



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Opatření evakuace při úniku nebezpečné látky z ČEZ zimního stadionu
v Kladně**

**Evacuation Measures in the Leakage of Dangerous Chemical
Substance of ČEZ Ice Arena in Kladno**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací
Vedoucí práce: Ing. René Mildorf

Mgr. Denisa Adamišínová

Kladno, květen 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Adamišínová** Jméno: **Denisa** Osobní číslo: **469772**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Plánování a řízení krizových situací**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Opatření evakuace při úniku nebezpečné látky z ČEZ zimního stadionu v Kladně

Název bakalářské práce anglicky:

Measures of Evacuation in the Leakage of Dangerous Chemical of ČEZ Ice Arena in Kladno

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude vyhodnocení a analýza rizik při simulované havárii úniku amoniaku ze zimního stadionu v Kladně. Teoretická část práce se zaměří na vysvětlení pojmů vztahujících se k danému tématu a dále popíše účinky nebezpečné chemické látky na obyvatelstvo a životní prostředí v přilehlém okolí stadionu. Praktická část vyhodnotí rizika a dopady úniku nebezpečné látky. Dále stanoví potřebnou zónu a opatření pro evakuaci obyvatel při úniku rozdílného množství nebezpečné látky, a to pomocí modelací v příslušných softwarových programech.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BARTLOVÁ, Ivana, Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Spektrum, Modrá řada, 2012, ISBN 978-80-7385-112-5
- [2] FOLWARCZNY, Libor a POKORNÝ, Jiří, Evakuace osob, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, ISBN 80-86634-92-2
- [3] KRATOCHVÍLOVÁ, D. ml., FOLWARCZNY, L., KRATOCHVÍLOVÁ, D., Ochrana obyvatelstva, ed. 2., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013, ISBN 978-80-7385-134-7
- [4] ŠAFR, Gustav a kol., Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru, Tribun EU, 2014, ISBN 978-80-263-0722-82

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. René Mildorf

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **18.02.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2020**

prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Ivan Dylevský, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

1.3.2019

Datum převzetí zadání

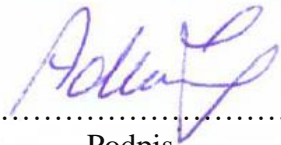
Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Opatření evakuace při úniku nebezpečné látky z ČEZ zimního stadionu v Kladně vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 06.05.2019



.....
Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala především mému vedoucímu bakalářské práce kpt. Ing. Renému Mildorfovi za jeho cenné rady, připomínky a vstřícnost, které mi poskytl při zpracování této práce. Děkuji také vedoucímu ČEZ zimního stadionu v Kladně panu Josefovi Poláčkovi za umožnění přístupu do technického zázemí stadionu.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá simulovanou havárií úniku amoniaku z ČEZ zimního stadionu v Kladně. Práce modeluje dva typy úniků, a to jednorázový a déletrvající únik. Modelace havárie je simulována na aktuální množství amoniaku, které bylo naměřeno v zásobníku technologie chlazení, a to v den návštěvy ČEZ zimního stadionu.

Teoretická část práce se zaměřuje na vysvětlení pojmů, které se vztahují k tématu práce a také na legislativu, jež souvisí s problematikou nebezpečných látek. Dále popisuje vlastnosti amoniaku a dřívější události, při nichž došlo k úniku amoniaku ze zimních stadionů na území České republiky. Je zde také rozebrána otázka koordinace složek integrovaného záchranného systému a jednotlivé úrovně řízení zásahu při vzniku mimořádné události.

Praktická část nejprve charakterizuje ČEZ zimní stadion v Kladně a vysvětluje princip chlazení v tomto objektu, a to na základě vlastního šetření. Výstupem praktické části práce jsou modelace v příslušných softwarových programech, které pomůžou určit evakuační zónu a odpovědět tak na hypotézy stanovené v rámci práce. Dále napomůžou zpracovat opatření evakuace v rámci objektu stadionu a postiženého okolí.

Klíčová slova

ČEZ zimní stadion v Kladně, amoniak, nebezpečná látka, evakuace, integrovaný záchranný systém, softwarový program Aloha, softwarový program TerEx.

Abstract

This bachelor's thesis deals with a simulated ammonia leakage accident from ČEZ ice arena in Kladno. The thesis presents models of two types of leakage scenarios, namely an immediate and a long-term leakage. The accident modeling is based on the actual quantity of ammonia measured in the cooling technology tank on the day of observation at ČEZ arena.

The theoretical part of the thesis defines the terms regarding the thesis topic as well as dangerous substances regulations. Additionally, it describes properties of ammonia and previous ammonia leakage incidents from ice arenas in the Czech Republic. Finally, coordination of the components of the integrated rescue system and the particular levels of intervention management in the event of an emergency situation are discussed.

The empirical part of the bachelor's thesis is based on author's own investigations and describes ČEZ ice arena in Kladno as well as the mechanism of the cooling system in the building. Results of this part are models in the appropriate software programmes which contribute to the identification of the evacuation zone and examine hypotheses formulated in the thesis. Furthermore, they help to create emergency procedures of the evacuation in the building and the affected areas.

Keywords

ČEZ ice arena in Kladno, ammonia, dangerous chemical substance, evacuation, integrated rescue system, software programme Aloha, software programme TerEx

Obsah

1	ÚVOD.....	10
2	SOUČASNÝ STAV	12
2.1	Vymezení základních pojmů	12
2.2	IZS – funkce a struktura	13
2.3	Koordinace složek IZS	14
2.3.1	Taktická úroveň řízení.....	14
2.3.2	Operační úroveň řízení.....	16
2.3.3	Strategická úroveň řízení.....	16
2.4	Amoniak – jeho vlastnosti a využití	18
2.5	Únik čpavku na území ČR.....	19
2.6	Legislativa	24
2.7	Evakuace.....	31
2.7.1	Stupně poplachu	32
2.7.2	Základní rozdělení evakuace.....	33
2.7.3	Plošná evakuace	34
3	CÍL PRÁCE.....	37
4	METODIKA	38
4.1	TerEx	38
4.2	ALOHA	39
5	VÝSLEDKY	41
5.1	ČEZ Aréna a její charakteristika	41
5.2	Princip chlazení	42
5.3	Modelace v programu Aloha	49
5.4	Modelace v programu TerEx.....	52
5.4.1	Jednorázový únik	53
5.4.2	Déletrvající únik.....	56

5.5	Opatření evakuace	59
5.5.1	Evakuace objektu	59
5.5.2	Plošná evakuace	63
6	DISKUSE	66
7	ZÁVĚR.....	72
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	73
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	74
10	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	77
11	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	78

1 ÚVOD

Bezpečí. Jeden z nejméně skloňovaných pojmů 21. století. Pocit bezpečí je jedním z nejdůležitějších prvků psychické pohody člověka. Vzhledem k rostoucímu trendu technického a technologického vývoje je současně velmi důležité stanovit a nastavit správné bezpečnostní a ochranné metody či postupy. Stanovení správných ochranných opatření vede současně k žádoucímu ochrannému mechanismu bezpečí člověka. Obecně je bezpečí vnímáno jako stav, ve kterém jsou na nejnižší možnou míru snížena rizika vzniku nebezpečných událostí. V minulosti bylo bezpečí spojováno zejména s vojenským ohrožením. Vojenská bezpečnost znamenala a dodnes znamená schopnost státu efektivně zvládnout možné vojenské napadení s cílem omezit státní suverenitu. Právě suverenita států je již od roku 1648, kdy byl vyhlášen Vestfálský mír ukončující třicetiletou válku, vnímána jako základní funkce státu. Zachování státní suverenity odráží vyspělost státu, potažmo jeho sílu v udržení své pozice na půdě mezinárodních vztahů a ukotvení bezpečnosti mezi základní funkce státu.

V souvislosti s rozvojem technologického pokroku, a to zejména po skončení studené války, byla bezpečnost vynesena i do dalších, především sociálních a přírodovědných odvětví. Reflektovány začaly být i příčiny a oblasti, které primárně nesouvisí s vojenským ohrožením, nýbrž s ohrožením antropogenního nebo přírodního původu. Objektem zájmu se stal člověk i příroda. Dodržování a nastavení pravidel bezpečnosti se rozšířily nejen na nastavení důkladných postupů a opatření při havárii, ale i na prevenci vzniku těchto událostí. Historicky jsme byli svědky desítek destruktivních katastrof, které znamenaly fatální a nedozírné následky v postižené oblasti, způsobené jak činností člověka, tak nepředpokládanými přírodními vlivy (Seveso 1976, Bhópál 1984 či Thajsko 2004). Právě tyto události znamenaly zásadní vliv na rozvoj nové dimenze bezpečnosti, která přestala být zkonstatěle soustředěna hlavně na odvrácení ozbrojeného konfliktu.

Dnešní společnost vnímá bezpečnost jako obecný pojem, který je spojován s různými oblastmi našeho běžného života. Velký důraz je kladen hlavně na udržení stabilního prostředí a zmírnění zamořování oblastí, které jsou explicitně vystaveny možným zdrojům ohrožení. Za takové zdroje považujeme průmyslové objekty, jejichž činnost je především závislá na řízení člověkem a dále přírodní jevy, například hurikány, zemětřesení, tsunami či požáry, jejichž následky jsou katastrofické.

Bezpečnostní technologie jsou základními kameny ve všech výrobních, výzkumných, systémových, chemických či biologických procesech. Správná bezpečnostní opatření a jejich dodržování jsou klíčem úspěchu k prevenci nehod a katastrof. Objekty, kterých se tato opatření týkají, jsou vymezeny v Zákoně o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi, tj. 224/2015 Sb.[1] Právě nebezpečné chemické látky a směsi se naprosto běžně používají v různých pracovních odvětvích. Jednou z takových látek je amoniak - NH_3 (také nazýván jako čpavek).

Předmětem této práce je simulace úniku amoniaku, a to jednorázového a déletrvajícího, z ČEZ zimního stadionu v Kladně, kde je NH_3 používán jako chladicí médium. Zároveň se práce bude zabývat opatřením evakuace při úniku této nebezpečné látky z objektu stadionu a z přilehlého okolí zimního stadionu, kde se nachází zástavba rodinných a bytových domů.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Vymezení základních pojmů

Vymezení základních pojmů povede k lepšímu a snazšímu pochopení problematiky vztahující se k této práci.

Integrovaný záchranný systém (dále jen „IZS“) je koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. [2]

Mimořádná událost (dále jen „MU“) – zákon 239/2000 Sb. (Zákon o integrovaném záchranném systému) definuje MU jako škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací.[3]

Terminologický slovník Ministerstva vnitra z roku 2016 MU charakterizuje v obecné rovině takto: jedná se o událost nebo situaci v určitém prostředí v důsledku živelní pohromy, havárie, nezákonnou činností, ohrožením kritické infrastruktury, nákazami, ohrožením vnitřní bezpečnosti a ekonomiky, která je řešena obvyklým způsobem orgány a složkami bezpečnostního systému podle zvláštních právních předpisů. [4]

Krizová situace (dále jen „KS“) – zákon 240/2000 Sb. (Zákon o krizovém řízení, tzv. krizový zákon) vymezuje KS jako mimořádnou událost, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu. [5]

Obecně je KS vnímána jako situace, která nemůže být vyřešena pouze činností IZS.

Záchranné práce – jsou činnosti vedoucí k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vzniklých mimořádnou událostí, zejména ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, a vedoucí k přerušení jejich příčin. [2]

Likvidační práce – jsou činnosti vedoucí k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí. [2]

Ochrana obyvatelstva – je plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany života, zdraví a majetku. [2]

2.2 IZS – funkce a struktura

IZS zahrnuje základní a ostatní složky. Mezi základní složky řadíme:

- Hasičský záchranný sbor ČR (dále jen „HZS“).
- Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany (dále jen „JPO“).
- Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby (dále jen „PZZS“).
- Policie České republiky (dále jen „PČR“).

Tyto složky jsou schopny a povinny na základě zvláštních předpisů, zákonů, rychle a nepřetržitě zasahovat na celém území ČR, mají tedy celoplošnou působnost. [2]

Ostatní složky IZS jsou: [3]

- Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil (Armáda ČR).
- Ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory (městská policie).
- Ostatní záchranné sbory (Báňská záchranná služba).
- Orgány ochrany veřejného zdraví (hygienická stanice).
- Havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby (komunální služby).
- Zařízení civilní ochrany.
- Neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

Ostatní složky IZS jsou povolávány k záchranným a likvidačním pracím podle druhu mimořádné události. Oprávnění k této činnosti vyplývá z právních předpisů. [2]

V rámci záchranných a likvidačních prací poskytují ostatní složky IZS plánovanou pomoc na vyžádání. Plánovanou pomoc na vyžádání jsou povinny poskytovat: [2]

- Ministerstva, územní správní úřad, orgány krajů a obcí v mezích své působnosti.

- Právnické a fyzické osoby, které jsou vlastníkem nebo uživatelem stavby civilní ochrany.
- Nebo stavby dotčené požadavky civilní ochrany.
- Poskytovatelé akutní lékařské péče, kteří mají zřízen urgentní příjem.
- Ostatní složky IZS.
- Ostatní osoby, které se k tomu smluvně zavázaly.

IZS je využíván nejen k provádění záchranných a likvidačních prací při vzniklé MU, ale také pro přípravu na MU. Současně plní úkoly k ochraně obyvatelstva, tj. varování, evakuaci, ukrytí a nouzové přežití.

2.3 Koordinace složek IZS

Pokud hovoříme o zásahu IZS, znamená to, že na místě události zasahují dvě a více složek IZS. Pro společné vyřešení situace je potřebné, aby se dané složky sladily ve způsobu řízení záchranných a likvidačních prací s ohledem na rozsah mimořádné události. Obecně rozlišujeme tři úrovně řízení: [6]

- taktické
- operační
- strategické

2.3.1 Taktická úroveň řízení

Taktická úroveň představuje řízení velitelem zásahu, který je odpovědný za kompletní činnosti v rámci záchranných a likvidačních prací na místě zásahu. Velitelem zásahu je, pokud zvláštní zákon nestanoví jinak, velitel JPO s právem přednostního velení podle zvláštního právního předpisu, a to vyhlášky Ministerstva vnitra č. 247/2001 Sb., což znamená:

- a) velitel jednotky hasičského záchranného sboru kraje má přednost před všemi veliteli jednotek s výjimkou velitele jednotky hasičského záchranného sboru podniku v případě uvedeném v písmenu b),

- b) velitel jednotky hasičského záchranného sboru podniku má přednost před všemi veliteli jednotek v případě, že místem zásahu je podnik, pro který byla tato jednotka zřízena,
- c) velitel jednotky sboru dobrovolných hasičů obce má přednost před velitelem jednotky sboru dobrovolných hasičů podniku s výjimkou případu uvedeného v písmenu d),
- d) velitel jednotky sboru dobrovolných hasičů podniku má přednost před velitelem jednotky sboru dobrovolných hasičů obce v případě, je-li místem zásahu podnik, pro který byla tato jednotka zřízena,
- e) velitel jednotky, v jejíž územní působnosti se místo zásahu nachází, má přednost před ostatními veliteli jednotek stejného druhu; to neplatí, jestliže jednotka, v jejíž územní působnosti se místo zásahu nachází, se do činností na místě zásahu nezapojí nebo pokud se velitelé jednotek dohodnou jinak

Velitel zásahu má dle zákona o IZS následující pravomoci:

- zakázat nebo omezit vstup osob na místo zásahu a nařídit, aby místo zásahu opustila osoba, jejíž přítomnost není potřebná, nařídit evakuaci osob, popřípadě stanovit i jiná dočasná omezení k ochraně života, zdraví, majetku a životního prostředí a vyzvat osobu, která se nepodřídí stanoveným omezením, aby prokázala svoji totožnost; tato osoba je povinna výzvě vyhovět,
- nařídit bezodkladné provádění nebo odstraňování staveb, terénních úprav za účelem zmírnění nebo odvrácení rizik vzniklých mimořádnou událostí,
- vyzvat právnické osoby nebo fyzické osoby k poskytnutí osobní nebo věcné pomoci,
- zřídit štáb velitele zásahu jako svůj výkonný orgán a určit náčelníka a členy štábu. Členy štábu jsou zejména velitelé a vedoucí složek integrovaného záchranného systému. Členy tohoto štábu mohou být dále fyzické osoby a zástupci právnických osob, se kterými složky integrovaného záchranného systému spolupracují nebo které poskytují osobní nebo věcnou pomoc,
- rozdělit místo zásahu na sektory, popřípadě úseky a stanovit jejich velitele, kterým je oprávněn ukládat úkoly a rozhodovat o přidělování sil a prostředků do podřízenosti velitelů sektorů a úseků.

Velitelem zásahu může být i velitel jednotky sboru dobrovolných hasičů (dále jen „SDH“) obce, kterou obce zřizují na základě zákona o požární ochraně č. 133/1985 Sb.

Štáb velitele zásahu - velitel zásahu má zároveň právo sestavit tzv. štáb velitele zásahu (dále jen „štáb“), funguje jako nástroj pro koordinaci složek IZS a současně jako výkonný orgán velitele zásahu.

2.3.2 Operační úroveň řízení

Operační úroveň řízení zásahu probíhá v příslušných operačních střediscích složek IZS. Operační střediska mezi sebou komunikují, čímž se urychluje způsob řešení mimořádných událostí. Operační střediska přijímají a zpracovávají tísňové volání či varovné zprávy o vzniklých mimořádných událostech a vysílají potřebný počet sil a prostředků složek IZS. Operační střediska jsou zřizována v jednotlivých krajích v rámci ČR a na ministerstvu vnitra a obsluhují linky tísňového volání 150, 155, 158 a jednotné evropské číslo tísňového volání 112, dále disponují systémy varování a vyrozumění obyvatelstva, skrze něž vyhláší příslušný stupeň poplachu na základě požadavku velitele zásahu. Dle vyhlášky 247/2001 Sb. se poplach vyhláší akustickými prostředky, prostředky telefonního a rádiového spojení nebo světelným signálem. Po vyhlášení poplachu se hasiči co nejrychleji dostaví do místa předem určeného velitelem jednotky, kde se připraví k výjezdu na místo zásahu.

2.3.3 Strategická úroveň řízení

Strategickou úroveň řízení koordinuje starosta obce s rozšířenou působností, hejtman kraje nebo Ministerstvo vnitra (MV-GŘ HZS ČR), pokud jsou požádáni o pomoc velitelem zásahu. K této činnosti slouží dopředu sestavené krizové štáby, coby pracovní orgán a návodné listiny v podobě krizových plánů. Činnost krizového štábu je definována nařízením vlády č. 462/2000 Sb. takto:

- Krizový štáb kraje svolává hejtman a krizový štáb obce s rozšířenou působností svolává starosta obce s rozšířenou působností v případě, že
 - je vyhlášen krizový stav pro celé území státu nebo pro jeho část patřící do působnosti orgánu krizového řízení,

- je vyhlášen stav nebezpečí pro celé území patřící do působnosti orgánu krizového řízení nebo pro jeho část,
 - jej použije ke koordinaci záchranných a likvidačních prací,
 - je k tomu vyzván Ministerstvem vnitra při ústřední koordinaci záchranných a likvidačních prací,
 - jde o úkol prováděný při cvičení orgánů krizového řízení nebo cvičení složek integrovaného záchranného systému, nebo
 - je tento postup nezbytný pro řešení mimořádné události a není splněna některá z podmínek uvedených v předchozích bodech.
- Krizový štáb kraje nebo obce s rozšířenou působností projednává možnost řešení krizové situace a navrhuje opatření hejtmanovi nebo starostovi obce s rozšířenou působností, a to zejména na základě podkladů členů bezpečnostní rady kraje nebo obce s rozšířenou působností a stálé pracovní skupiny krizového štábu kraje nebo obce s rozšířenou působností.

Stálá pracovní skupina je zřizována v jednotlivých krizových štábech z důvodu ustanovení odborníků, kteří mají pestré zkušenosti v různých oblastech činností v rámci zásahu při MU.

2.4 Amoniak – jeho vlastnosti a využití

V průmyslovém odvětví se setkáváme s velkým množstvím plynných látek, které se při úniku do atmosféry šíří podél zemského povrchu. Nazývají se proto těžké plyny. Jejich charakteristickou vlastností je, že mají vyšší molekulovou hmotnost než vzduch, případně mají v daném stavu výrazně vyšší hustotu. Jedná se například o fluor, chlor, chlorovodík, ozon, fosgen či oxid uhličitý. Druhou skupinou plynů jsou takové plyny, které jsou skladovány pod vysokým tlakem anebo v kryogenním stavu. Příkladem je amoniak, fluorovodík, kyslík, dusík atd. [7]

Amoniak je bezbarvý, velmi štiplavý plyn. Jedná se o toxickou nebezpečnou látku, která při vdechování nenávratně poškozuje sliznici dýchacích cest. Je zásadité povahy s hustotou $0,77 \text{ kg}\cdot\text{m}^3$, čímž je téměř o polovinu lehčí než vzduch a při úniku se chová jako vznášivý plyn. [7]

Amoniak je využíván zejména ve výrobě kyseliny dusičné, některých výbušnin, farmaceutických produktů, průmyslových hnojiv či pesticidů. V oblasti průmyslu se amoniak používá jako náplň do chladicích zařízení například k výrobě ledu. Z hlediska své dostupnosti (nikterak vysoké ceně) a účinnosti je oblíbenou součástí chladicích systémů v zimních stadionech.

2.5 Únik čpavku na území ČR

Únik čpavku na území ČR není neobvyklý, a to vzhledem k množství zimních stadionů, jež využívají amoniak jako chladicí medium.

Vybrané nedávné havárie úniku amoniaku:

Zimní stadion v Příbrami

Ve středu 9. května 2018 krátce před osmou hodinou byl na tísňovou linku střeodočeských hasičů nahlášen únik čpavku ze strojovny chlazení na zimním stadionu v Příbrami. Dle následných zjištění došlo k poruše na ventilu jednoho z čerpadel. Na místo byly vyslány jednotky profesionálních hasičů z Příbrami a Dobříše s pěti vozidly, včetně speciálního protiplynového automobilu a dekontaminačního přívěsu. Současně byla k události vyžádána PČR a zdravotnická záchranná služba. [8]

Po příjezdu na zimní stadion naměřil velitel zásahu u vchodu do areálu zvýšenou koncentraci čpavku. Proto vyhlásil druhý stupeň poplachu a povolal posily. Zároveň nechal dokončit evakuaci osob a stanovil režimová opatření s ohledem na pohyb osob uvnitř a v okolí objektu. Na místo postupně vyrazily jednotky sboru dobrovolných hasičů Příbram VI-Březové Hory, Trhové Dušníky, Rožmitál pod Třemšínem, Ohrazenice, Dolní Hbity, Obecnice a Milín. [8]

Skupina hasičů v maximální protichemické ochraně, tzn. v dýchací technice a přetlakovém protichemickém obleku, vstoupila do kontaminované místnosti s vysokou koncentrací plyného čpavku. Zde za extrémně špatné viditelnosti způsobené uniklým amoniakem hasiči prováděli zkrápění vodní mlhou a následně i uzavření armatur. Vodní mlhu vytvářely jednotky i vně zimního stadionu, aby se zamezilo úniku štiplavého plynu dál do okolí. Na místo se dostavila výjezdová skupina chemické laboratoře HZS Střeodočeského kraje z Kamenice, která krátce před jedenáctou hodinou potvrdila úspěšnost zvolené taktiky a zastavení úniku nebezpečné látky. [8]

Velitel zásahu spolupracoval také s vodoprávním úřadem a provozovatelem zimního stadionu. O události byl informován i příbramský starosta, který se dostavil na místo. Na odčerpání čpavkové vody z havarijní jímky byla přizvána odborná firma se speciálním

cisternovým automobilem. Následně proběhlo ve všech částech stadionu kontrolní měření, které výskyt čpavku uvnitř objektu nepotvrdilo. V pět hodin odpoledne bylo místo zásahu předáno zástupci provozovatele a jednotky se začaly vracet na své základny. [8]



Obrázek 1 Únik čpavku na zimním stadionu v Příbrami [8]

Zimní stadion Chomutov – Zadní Vinohrady

19. 4. 2018 v 6 hodin ráno byl na linku tísňového volání oznámen únik čpavku na zimním stadionu v Chomutově. Na místo vyjela jednotka HZS Ústeckého kraje ze stanice Chomutov. Hasiči našli místo úniku ve strojovně. Zápach čpavku byl cítit zhruba sto metrů okolo stadionu. Policie informovala obyvatele v okolí, aby nevětrali. Úkap čpavku byl zastaven. Byla informována Česká inspekce životního prostředí. Stadion byl odvětráván. Na místo se dostavil technik, který zařízení ve strojovně montoval. Po dohodě s PČR byl evakuován hotel Aréna ze sousedství stadionu. Na místo byl povolán evakuační autobus HZS Ústeckého kraje ze stanice Louny, který evakuované odvezl do centra Chomutova. Počet evakuovaných je 116. [9]

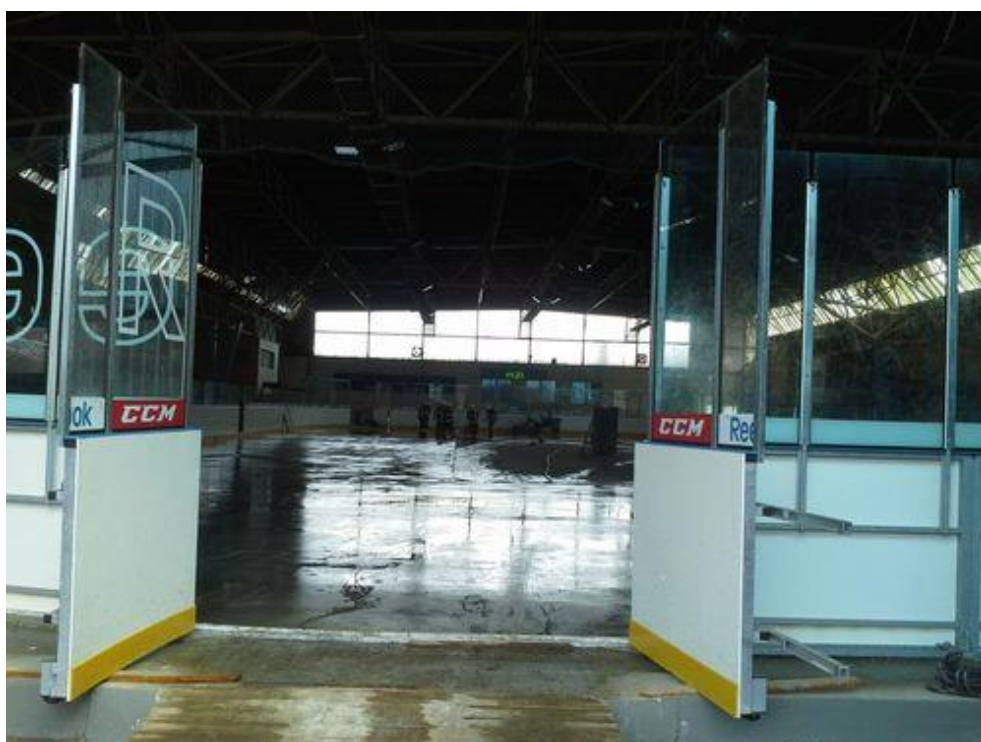


Obrázek 2 Únik čpavku na zimním stadionu v Chomutově [9]

Zimní stadion Rosice u Brna

Havárie nastala dne 11. 4. 2013, kdy v zimním stadionu v Rosicích u Brna praskla chladicí trubka umístěná pod ledovou plochou kluziště. Z potrubí tak začal ve velkém unikat toxický plyn, který budovu velmi rychle zamořil. Osm mužů, kteří uvnitř v tu dobu pracovali, si unikajícího čpavku všimli a snažili se ho zkrápět vodou. Ještě před příjezdem hasičů se jim podařilo zavřít přívod plynu a z budovy uprchnout. "Prvotní hodnoty měření byly velmi vysoké, při měření uvnitř objektu nám vysoká koncentrace toxického plynu dokonce zničila jedno čidlo," popsal mluvčí krajských hasičů Jaroslav Mikoška. Na místo vyjely hasičské jednotky z Brna, Rosic i okolních vesnic. Policisté po příjezdu společně se strážníky okamžitě uzavřeli okolí stadionu. [10]

Na místě pomáhali i chemici z tišnovské laboratoře. "Mobilní laboratoř provedla rozbory vzorků uvnitř objektu a následně i kontrolní měření v okolí. Do nádob bylo jímáno zhruba 400 litrů roztoku čpavku s vodou, zbytek byl zasypán sorbentem," sdělil mluvčí. [10]



Obrázek 3 Únik čpavku na zimním stadionu v Rosicích u Brna [10]

Zimní stadion Hořovice

Jednotky HZS Středočeského kraje ze stanic Beroun a Hořovice a Jednotky sboru dobrovolných hasičů obce (dále jen „JSDHO“) Žebrák spolupracovaly dne 26 září 2013 v 15:41 při úniku čpavku ze strojovny zimního stadionu v Hořovicích.

Únik čpavku z technologie strojovny zimního stadionu byl hasičům ohlášen nájemcem zimního stadionu, který únik zaznamenal při vstupu do strojovny. Hasiči po příjezdu na místo události provedli průzkum v dýchací technice s detekční technikou. Naměřené hodnoty se v průběhu měření velice lišily a místo úniku bylo obtížně detekovatelné. Přestože koncentrace mimo prostor strojovny byla minimální, byla preventivně vytyčena nebezpečná zóna a připravena technika na případné zkrápění. Vzhledem k povětrnostním podmínkám a minimálnímu osídlení v oblasti nebylo třeba přistoupit k evakuaci okolí. [11]

Ve spolupráci s obsluhou strojovny byl nalezen netěsný ventil a provedeno jeho uzavření. Protože i přes uzavření ventilu docházelo k menšímu úniku, byl přes vodu odpouštěn zbytkový čpavek. Na místo zásahu byl povolán zástupce majitele a odborná firma na opravu technologie. Do odstranění závady bylo místo zásahu pravidelně monitorováno příslušníky stanice Hořovice. Zásah byl ukončen dne 27. 9. v dopoledních hodinách. [11]



Obrázek 4 Strojovna zimního stadionu Hořovice [11]

2.6 Legislativa

Základní legislativní prameny upravující a vztahující se k chemickým látkám a směsím, nakládání s nimi a prevenci mimořádných událostí v rámci České republiky jsou:

Zákon 350/2011 Sb., tj. Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). [12]

Předmětem úpravy tohoto zákona je zpracování příslušných předpisů Evropské unie, zákon navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při:

- výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích nebo předmětech, dále
- klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování a uvádění na trh chemických směsí, na území České republiky, dále upravuje
- správnou laboratorní praxi,
- působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí.

Z hlediska působnosti zákona se tento vztahuje na látky, látky obsažené ve směsi nebo předmětu a směsi.

Oznamovací povinnost mají:

- Dovozece nebo následný uživatel, který jako první uvádí na trh Evropské unie na území České republiky směs, která má nebezpečné fyzikálně-chemické vlastnosti nebo nebezpečné vlastnosti ovlivňující zdraví.
- Dodavatel, který na území České republiky uvádí na trh směs z jiného členského státu Evropské unie, která má nebezpečné fyzikálně-chemické vlastnosti nebo nebezpečné vlastnosti ovlivňující zdraví.
- Výrobce, který uvádí na trh Evropské unie na území České republiky detergent.

- Distributor, který na území České republiky uvádí na trh detergent z jiného členského státu Evropské unie.
- Všichni výše uvedení jsou povinni každou změnu informací poskytnutých Ministerstvu zdravotnictví.

Orgány státní správy, které uvádějí látky nebo látky obsažené ve směsích a v předmětech na trh podle tohoto zákona vykonávají:

- Ministerstvo životního prostředí,
- Ministerstvo zdravotnictví,
- Ministerstvo průmyslu a obchodu,
- Česká inspekce životního prostředí,
- krajské hygienické stanice,
- celní úřady,
- Státní úřad inspekce práce,
- Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

K chemickému zákonu jsou v platnosti prováděcí vyhlášky:

- **Vyhláška č. 402/2011 Sb.** o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí.
- **Vyhláška č. 162/2012 Sb.** o tvorbě názvu nebezpečné látky v označení nebezpečné směsi, upravuje skupiny nebezpečnosti látek přítomných ve směsi a funkční chemické skupiny a chemické prvky, které je možné použít při tvorbě názvu.
- **Vyhláška č. 163/2012 Sb.** o zásadách správné laboratorní praxe upravuje zásady této praxe, průběh vstupní a periodické kontroly a auditu studie, rozsah informací, které mají být poskytnuty při vstupní a periodické kontrole a auditu studie, náležitosti zprávy o kontrolách a studie a vzor osvědčení.
- **Vyhláška č. 61/2013 Sb.** o rozsahu informací poskytovaných o chemických směsích, které mají některé nebezpečné vlastnosti, a o detergentech stanoví rozsah informací poskytovaných v elektronické podobě Ministerstvu zdravotnictví o chemických směsích majících nebezpečné fyzikálně-chemické vlastnosti nebo nebezpečné vlastnosti ovlivňující zdraví, které jsou poprvé uváděny na trh Evropské unie na území České republiky. Dále je zde stanoven rozsah informací

o nebezpečných směsích z jiného členského státu Evropské unie poprvé uváděných na český trh.

Zákon č. 224/2015 Sb., tj. Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů (zákon o prevenci závažných havárií). [1]

Předmětem úpravy tohoto zákona je zpracování příslušných předpisů Evropské unie a stanovení systému prevence závažných havárií pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek v těchto objektech a v jejich okolí.

Tento zákon stanovuje:

- povinnosti právnických nebo podnikajících fyzických osob, které užívají nebo budou užívat objekt, ve kterém je umístěna nebezpečná látka,
- působnost orgánů veřejné správy na úseku prevence závažných havárií způsobených nebezpečnými látkami.

Zákon se nevztahuje na:

- vojenské objekty a vojenská zařízení,
- nebezpečí spojená s ionizujícím zářením,
- silniční, drážní, leteckou a vodní přepravu nebezpečných látek,
- přepravu nebezpečných látek v potrubích,
- geologické práce, hornickou činnost a činnost prováděnou hornickým způsobem,
- průzkum a dobývání nerostů na moři, včetně uhlovodíků,
- skladování plynu v podzemních zásobnících v pobřežních vodách,
- skládky odpadu, včetně podzemního skladování odpadu.

Základní pojmy vymezené tímto zákonem:

Objekt

Celý prostor, popřípadě soubor prostorů, ve kterém je umístěna jedna nebo více nebezpečných látek v jednom nebo více zařízeních užívaných právnickou nebo podnikající fyzickou osobou.

Zařízení

Technická nebo technologická jednotka, ve které je nebezpečná látka vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována.

Provozovatel

Právnická nebo podnikající fyzická osoba, která užívá nebo bude užívat objekt, ve kterém je nebo bude nebezpečná látka umístěna.

Uživatel objektu

Právnická nebo podnikající fyzická osoba, která užívá nebo bude užívat objekt, ve kterém je nebo bude nebezpečná látka umístěna.

Nebezpečná látka

Vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemická směs podle přímo použitelného předpisu Evropské unie upravujícího klasifikaci, označování a balení látek a směsí, přítomná v objektu jako surovina, výrobek, vedlejší produkt, meziproduct nebo zbytek, včetně těch látek, u kterých se dá důvodně předpokládat, že mohou vzniknout v případě závažné havárie.

Závažná havárie

Mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, zejména závažný únik nebezpečné látky, požár nebo výbuch, která vznikla nebo

jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu, vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážným následkům na životech a zdraví lidí a zvířat, životním prostředí nebo majetku a zahrnující jednu nebo více nebezpečných látek.

Zdroj rizika

Vlastnost nebezpečné látky nebo fyzická či fyzikální situace vyvolávající možnost vzniku závažné havárie.

Riziko

Pravděpodobnost vzniku nežádoucího specifického účinku, ke kterému dojde během určité doby nebo za určitých okolností.

Sousední objekt

Objekt nacházející se v takové blízkosti jiného objektu, v důsledku které se zvyšuje pravděpodobnost vzniku nebo následky závažné havárie.

Domino efekt

Možnost zvýšení pravděpodobnosti vzniku nebo následků závažné havárie v důsledku vzájemné blízkosti zařízení, objektů nebo skupiny objektů a umístění nebezpečných látek.

Zóna havarijního plánování

Území v okolí objektu, ve kterém jsou uplatňovány požadavky ochrany obyvatelstva a požadavky územního rozvoje z hlediska havarijního plánování formou vnějšího havarijního plánu.

Scénář

Variantní popis rozvoje závažné havárie, popis rozvoje příčinných a následných, na sebe navazujících a vedle sebe i posloupně probíhajících událostí, a to buď spontánně

probíhajících anebo probíhajících jako činnost lidí, které mají za účel zvládnout průběh závažné havárie.

Zákon 224/2015 Sb. dále uvádí povinnost zpracování seznamu pro zařazení objektu:

- Provozovatel nebo uživatel objektu přijme všechna opatření nezbytná k prevenci závažných havárií a omezení jejich následků na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek
- Provozovatel nebo uživatel objektu
 - zpracuje seznam, ve kterém uvede druh, množství, klasifikaci a fyzikální formu všech nebezpečných látek umístěných v objektu,
 - na základě seznamu provede součet poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu podle vzorce a za podmínek uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu,
 - na základě seznamu a součtu poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu zpracuje protokol uvedený v § 4 odst. 1, nebo navrhne zařazení objektu do skupiny A nebo do skupiny B za podmínek stanovených v § 5 odst. 1 a 2 (zařazení objektu do skupiny A je v případě bezvodého NH₃ 50 tun, do skupiny B 200 tun).

Protokol o nezařazení (zpracovává subjekt, ve kterém je množství NH₃ nižší než 50 tun).

- Uživatel objektu zpracuje protokol, ve kterém zaznamená skutečnost, že množství nebezpečné látky umístěné v objektu je menší, než množství uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu.
- Uživatel objektu zajistí aktualizaci protokolu o nezařazení po každém zvýšení množství nebezpečné látky umístěné v objektu přesahujícím 10 % dosavadního množství nebezpečné látky umístěné v objektu nebo při umístění další nebezpečné látky v objektu, která dosud nebyla v seznamu uvedena.
- Uživatel objektu předloží protokol o nezařazení nebo jeho aktualizaci krajskému úřadu do 1 měsíce ode dne, kdy množství nebezpečné látky umístěné v objektu přesáhne 2 % množství uvedeného v příloze č. 1 k tomuto zákonu.
- Protokol o nezařazení obsahuje

- identifikační údaje objektu a jeho uživatele,
 - seznam (druh, množství, klasifikaci a fyzikální formu všech nebezpečných látek umístěných v objektu),
 - popis výpočtu součtu poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu,
 - místo, datum a podpis fyzické osoby oprávněné jednat za uživatele objektu,
- Přílohou č. 2 k zákonu č. 224/2015 Sb. je vzor protokolu o nezařazení, což znázorňuje obrázek 5.

Identifikační údaje objektu Název objektu: Ulice: Místo a PSČ: Zeměpisné souřadnice:			
Identifikační údaje uživatele objektu Název: Sídlo: Místo a PSČ: Tel./fax/e-mail: IČ:			
Druh, množství, klasifikace a fyzikální skupenství všech nebezpečných látek umístěných v objektu			
látká	množství v tunách	klasifikace látky ³⁰⁾	fyzikální forma látky
Popis výpočtu součtu poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu			
Datum			Podpis statutárního orgánu

Obrázek 5 Vzor protokolu o nezařazení [1]

2.7 Evakuace

Pokud dojde k úniku nebezpečných látek, je potřeba správně nastavit opatření, která povedou k eliminaci vážných důsledků tohoto úniku. Včasnou evakuací je toho možné dosáhnout. Evakuace představuje účinný způsob ochrany obyvatelstva.

Evakuace je souhrn organizačních a technických opatření zabezpečujících přemístění osob, zvířat a věcných prostředků v daném pořadí priority z míst ohrožených mimořádnou událostí do míst, ve kterých je zajištěno pro osoby náhradní ubytování a stravování (nouzové přežití), pro zvířata ustájení a pro věcné prostředky uskladnění. [4]

Záchranné a likvidační práce jsou v gesci HZS kraje, jež evakuaci koordinuje, řídí a organizuje. Zajištění samotné evakuace zabezpečuje starosta obce po dohodě s velitelem zásahu nebo se starostou obce s rozšířenou působností. [16]

Z hlediska legislativy je evakuace zakotvena ve více právních předpisech. Vyhláška k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva č. 380/2002 Sb. vymezuje způsob provádění evakuace:

- evakuací se zabezpečuje přemístění osob, zvířat, předmětů kulturní hodnoty, technického zařízení, případně strojů a materiálu k zachování nutné výroby a nebezpečných látek z míst ohrožených mimořádnou událostí,
- evakuace se provádí z míst ohrožených mimořádnou událostí do míst, která zajišťují pro evakuované obyvatelstvo náhradní ubytování a stravování, pro zvířata ustájení a pro věci uskladnění,
- evakuace se vztahuje na všechny osoby v místech ohrožených mimořádnou událostí s výjimkou osob, které se budou podílet na záchranných pracích, na řízení evakuace nebo budou vykonávat jinou neodkladnou činnost; přednostně se plánuje pro následující skupiny obyvatelstva:
 - děti do 15 let,
 - pacienty ve zdravotnických zařízeních,
 - osoby umístěné v sociálních zařízeních,
 - osoby zdravotně postižené,
 - doprovod osob uvedených v předchozích bodech.

- evakuace se plánuje
 - pro řešení mimořádných událostí, které vyžadují vyhlášení třetího nebo zvláštního stupně poplachu,
 - ze zón havarijního plánování jaderných zařízení nebo pracovišť s velmi významnými zdroji ionizujícího záření,
 - ze zón havarijního plánování objektů nebo zařízení s nebezpečnými chemickými látkami,
 - při hrozbě možného ozbrojeného konfliktu z území vyčleněného pro potřeby operační přípravy, předpokládané bojové činnosti a dalších zájmových prostorů ozbrojených sil v souladu s potřebami zajištění obrany státu. Opuštění míst ohrožených mimořádnou událostí se plánuje do 48 hodin a u velké sídelní a průmyslové aglomerace až do 72 hodin od vyhlášení evakuace.

2.7.1 Stupně poplachu

Stupeň poplachu je vyhlášen operačním střediskem IZS. Rozlišujeme 1., 2., 3. a zvláštní stupeň poplachu. Vyšší stupeň poplachu vyjadřuje vyšší počet potřebných sil a prostředků k vzniklé mimořádné události. V případě, že je evakuace prováděna při vyhlášení třetího a zvláštního stupně poplachu, starosta obce s rozšířenou působností, hejtman nebo Ministerstvo vnitra mají možnost převzít koordinaci záchranných a likvidačních prací za podmínek stanovených zákonem o IZS. [6]

Plošná evakuace z místa je realizována při 3. a zvláštním stupni poplachu, kdy jednotlivé stupně poplachu se vydávají dle vyhlášky Ministerstva vnitra 328/2001 následovně: [17]

První stupeň poplachu je vyhlášen v případě, že:

- MU ohrožuje jednotlivé osoby, jednotlivý objekt nebo jeho část, s výjimkou objektu, kde jsou složité podmínky pro zásah, jednotlivé dopravní prostředky osobní nebo nákladní dopravy nebo plochy území do 500 m², nebo
- záchranné a likvidační práce provádí základní složky, které není nutno při společném zásahu nepřetržitě koordinovat.

Druhý stupeň poplachu je vyhlášen v případě, že:

- MU ohrožuje nejvýše 100 osob, více jak jeden objekt se složitými podmínkami pro zásah, jednotlivé prostředky hromadné dopravy osob, cenný chov zvířat nebo plochy území do 10 000 m²,
- záchranné a likvidační práce provádí základní a ostatní složky z kraje, kde mimořádná událost probíhá, nebo
- je nutné nepřetržitě koordinovat složky velitelem zásahu při společném zásahu.

Třetí stupeň poplachu je vyhlášen v případě, že:

- MU ohrožuje více jak 100 a nejvýše 1000 osob, část obce nebo areálu podniku, soupravy železniční přepravy, několik chovů hospodářských zvířat, plochy území do 1 km², povodí řek, produktovody, jde o hromadnou havárii v silniční dopravě nebo o havárii v letecké dopravě, nebo
- záchranné a likvidační práce provádí základní a ostatní složky nebo se využívají síly a prostředky z jiných krajů, nebo
- je nutné složky při společném zásahu v místě zásahu koordinovat velitelem zásahu za pomoci štábu velitele zásahu a místo zásahu rozdělit na sektory a úseky.

Na základě rozhodnutí řídicího důstojníka hasičského záchranného sboru kraje oznamuje operační a informační středisko kraje vyhlášení třetího stupně poplachu poplachového plánu kraje hejtmanovi. Stejným způsobem nebo na základě žádosti velitele zásahu se oznamuje vyhlášení třetího stupně poplachu poplachového plánu kraje starostovi obce s rozšířenou působností. [17]

2.7.2 Základní rozdělení evakuace

Evakuaci lze členit dle různých kritérií, nicméně základní rozdělení je vztaženo k rozsahu opatření a k době trvání. [16]

V rámci rozsahu opatření rozlišujeme

- Evakuaci objektovou (představuje evakuaci osob z objektů, mezi které řadíme např. obytné budovy, administrativně správní objekty, technologické či průmyslové budovy),
- evakuaci plošnou (části či celé urbanistické celky, dále větší územní prostory).

Ve vztahu k době trvání dělíme evakuaci na

- Evakuaci krátkodobou (v tomto případě není potřeba ohrožený objekt opouštět dlouhodobě a není vyžadována následná péče evakuovaných osob, jako např. zajištění náhradního ubytování a stravy),
- evakuaci dlouhodobou (zpravidla spojena s náhradním ubytováním evakuovaných osob a zajištění jejich stravování).

2.7.3 Plošná evakuace

Plošnou evakuací rozumíme mimořádní opatření, jež je aplikováno v případech, kdy není jiná možnost zajištění a ochrany ohrožených osob. Plošná evakuace většinou představuje evakuaci dlouhodobou. [16]

V rámci evakuace je potřebné objasnit následující pojmy

- **evakuační zóna:** je místem a vymezeným územím, ze kterého je nutné provést plošnou evakuaci [18]
- **evakuační trasa:** pozemní komunikace vyhrazená k evakuaci, a to s jednosměrným provozem ve směru ven z ohroženého území[18]
- **místo shromažďování:** zde dochází k soustředění osob, které je nutné evakuovat z ohrožených prostor do vytvořeného evakuačního střediska [18]
- **evakuační středisko:** zpravidla vytvořené mimo evakuační zónu a je výchozím bodem pro evakuované osoby bez domova a bez možnosti vlastního ubytování. Počet vytvořených středisek je přímo úměrný velikosti objektu, ze kterého je nutná

evakuace a tudíž počtu osob, které je z hlediska kapacity nutné evakuovat.

Evakuační středisko má na starosti:

- přepravu z míst shromažďování do evakuačního střediska,
- vede evidenci osob,
- poskytuje pomoc při slučování evakuovaných rodin,
- první zdravotnickou pomoc,
- přednemocniční neodkladnou péči,
- převoz zraněných či nemocných osob do zdravotnických zařízení,
- nocleh a stravování. [16]

- **přijímací středisko:** je zařízením v příjmovém území, kde dochází k evidenci evakuovaných osob, které jsou informovány a dále přerozdělovány do cílových míst – příjmových obcí. Shodně jako evakuační středisko je přijímací středisko zřizováno na místě, které je bez problémů přístupné. Středisko zajišťuje zejména:

- příjem evakuovaných osob a jejich přerozdělování do **míst nouzového ubytování**, čímž je zpravidla objekt v cílové obci určený k přechodnému ubytování evakuovaných osob,
- první zdravotnickou pomoc a případný převoz zraněných a nemocných do zdravotnických zařízení,
- informuje příslušné orgány o průběhu evakuace,
- informuje orgány veřejné správy o počtech a potřebách evakuovaných osob
- informuje evakuované osoby o místě nouzového ubytování a poskytování stravy. [16]

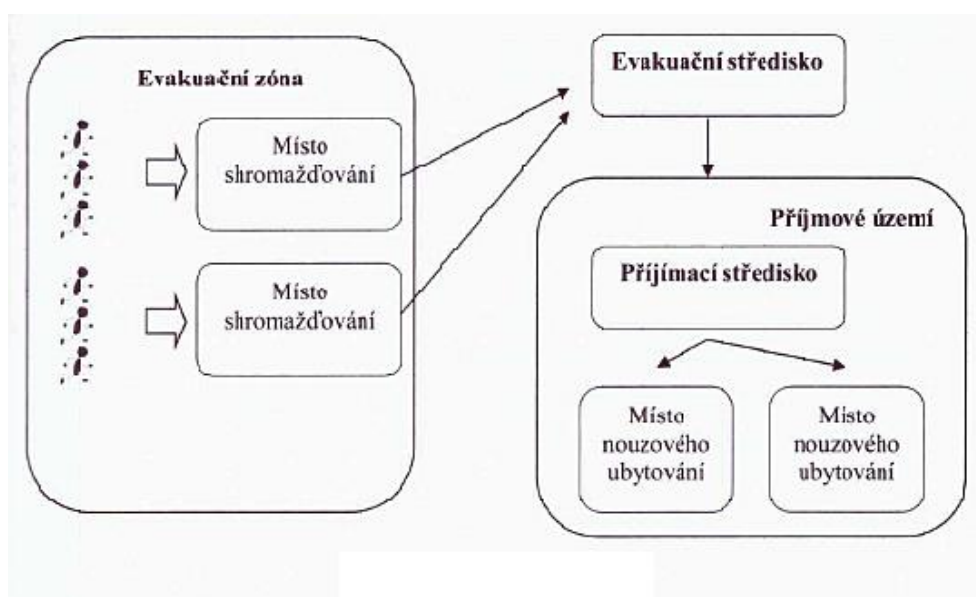
- **evakuační zavazadlo:** představuje osobní zavazadlo evakuované osoby, jehož hmotnost by neměla přesáhnout 25 kg u dospělé osoby a 10 kg pro dítě, o všem v případě, pokud se evakuovaná osoba přepravuje vlastním dopravním prostředkem, není jeho hmotnost nikterak omezena. Vybavení zavazadla by mělo být následující:

- jídlo a pití – především trvanlivé potraviny v konzervách a pitná voda (zásoby na 2 až 3 dny),
- jídelní nádobí (miska, příbor),
- osobní doklady, peníze, osobní cennosti,
- hygienické potřeby a léky,
- oblečení a prostředky na nocleh (spasí pytel, přikrývka apod.),

- komunikační a zábavné hrací prostředky (telefon, rádio, společenská hra apod.). [18]

Celkovou koordinaci evakuace zajišťuje spolu s evakuačním a přijímacím střediskem **pracovní skupina krizového štábu**, která tak tak představuje další orgán řízení evakuace a jejími hlavními činnostmi zejména je:

- řídit průběh evakuace,
- koordinovat přepravu z míst shromažďování do evakuačních středisek a do cílových míst evakuace,
- řídit evakuační prostředky a jejich rozdělování mezi evakuační střediska,
- řídit nouzové zásobování pro obyvatelstvo,
- koordinovat činnost evakuačních středisek a přijímacích středisek,
- spolupracovat s orgány veřejné správy a se zdravotnickými a humanitárními organizacemi,
- dokumentovat celý průběh evakuace. [16]



Obrázek 6 Postup evakuace [16]

3 CÍL PRÁCE

Předmětem této práce je vyhodnotit a určit množství uniklého amoniaku při simulované havárii z ČEZ zimního stadionu v Kladně, a to množství, které se aktuálně nachází v zásobníku strojovny stadionu (neuvažujeme únik celého množství NH₃, které je na stadionu v oběhu). Důvodem nastavení tohoto kritéria je přiblížit simulaci z hlediska pravděpodobnosti vzniku této události co nejvěrněji možnému přirozenému, nikoliv záměrnému poškození zásobníku. Havárie bude simulována v softwarových programech Aloha a TerEx, dále bude stanovena potřebná evakuační zóna a opatření pro evakuaci obyvatel při jednorázovém a postupném úniku NH₃, a to v návaznosti na aktuálně zjištěné objemové množství.

Hypotézy

Hypotéza č. 1: Ve strojovně ČEZ zimního stadionu v Kladně probíhají pravidelné kontroly chladicího zařízení, čímž se snižuje možné riziko úniku amoniaku.

Hypotéza č. 2: Při úniku aktuálně obsaženého množství NH₃, které je ve zkoumaný den v zásobníku, nebude evakuační zóna zasahovat do zástavby domů mimo sportovní areál (bude modelováno pro jednorázový a déletrvající únik)

4 METODIKA

Teoretická část práce vycházela především z dostupných literárních rešerší. Knižní zdroje a internetové zdroje tvořily základní kameny pro čerpání informací k tvorbě této části práce. Další důležitý zdroj teoretické části práce představovaly legislativní normy vztahující se k pojmům, které tato práce vysvětluje a používá v kontextu ke zvolenému tématu práce. V neposlední řadě byla jako zdroj informací využita dokumentace IZS ČR, konkrétně HZS ČR.

Praktická část práce využívá zejména metody osobního dotazování a z ní plynoucích zdrojů, které jsou součástí havarijního plánu ČEZ Stadionu v Kladně. Takto získané dokumenty a odpovědi na otázky vedly k správnému stanovení vstupních parametrů pro modelaci simulované havárie, která je předmětem této práce.

Modelace v příslušných softwarových programech, a to programu ALOHA a TerEx, dále pak výstupy této modelace jsou podkladem pro vyhodnocení dopadu jednorázového či postupného úniku nebezpečné látky.

4.1 TerEx

Softwarový program TerEx (teroristický expert) byl vyvinutý společností T-SOFT a.s., která je od roku 1991 informační technologickou společností s prioritním zaměřením na speciální informační systémy, integraci a bezpečnost. Mezi její zákazníky patří zejména veřejná správa, banky, velké podniky i mezinárodní instituce.

TerEx vyhodnocuje dopady úniku nebezpečných chemických a otravných látek nebo výskytu nástražného výbušného systému, je využíván zejména z důvodu:

- obsahu rozsáhlé databáze chemických látek,
- modelace a simulace krizových situací,
- umožňuje rychlé rozhodnutí v případě krize,
- pomáhá při plánování, výuce a cvičení.

Modely TerEx

- Nebezpečné chemické látky:
 - TOXI – dosah a tvar oblaku dle koncentrace toxické látky,
 - UVCE – působnost vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací směsi látky se vzduchem,
 - PLUME – déletrvající únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku,
 - PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku,
 - FLASH FIRE – velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou (efekt Flash Fire, Jet Fire, Pool Fire).
- Výbušné systémy:
 - EXPLOSIVE – možné dopady detonace výbušných systémů, založených na kondenzované fázi, použité s cílem ohrožení okolí detonace
- Otravné látky.

TerEx umožňuje snadné zadávání vstupních údajů, jednoduše interpretuje výstupy a modeluje výsledky s minimem vstupních údajů. Díky integrovanému mapovému modelu názorně zobrazuje výsledky na mapovém podkladě, a to včetně popisu.[19]

4.2 ALOHA

Na rozdíl od softwaru TerEx je ALOHA šířena (byť v neúplné verzi) zdarma, a to americkou organizací NOAA - National Ocean Service, Office of Response and Restoration. Software ALOHA je vyvíjen již přes 25 let a je určen k modelování úniků nebezpečných látek – toxických, hořlavých a výbušných. Software je podobný programu TerEx, ovšem neobsahuje tak vysoký počet látek v základní databázi, přičemž ve vztahu k modelům šíření je tento program velmi propracovaný a kvalitní. K programu je dále poskytována další zdarma také databáze látek CAMEO, či jednoduchý GIS prohlížeč MARPLOT, které slouží k rozšíření základních vlastností programu ALOHA.

Úlohou tohoto softwaru je modelace nebezpečné zóny, tzv. Threat zone, která označuje ohrožení v souvislosti s uniklou nebezpečnou látkou. [20]

V závěru práce bude vyhodnoceno opatření evakuace v okolí budovy ČEZ Stadionu v Kladně, což bude názorně zakresleno a geograficky vymezeno v mapě tohoto území.

5 VÝSLEDKY

5.1 ČEZ Aréna a její charakteristika

ČEZ stadion Kladno byl postaven v roce 1949 a patří tak k nejstarším svého druhu v ČR. V roce 1959 hostilo Československo světové mistrovství a na kladenském stadionu se měly hrát některé zápasy. Bylo nutno vylepšit zázemí stadionu a tento tedy dostal novou střechu. V současnosti slouží především k tréninkům a zápasům hokejových klubů Rytíři Kladno a PZ Kladno, k tréninkům krasobruslařů a v zimních měsících i pro bruslení veřejnosti.



Obrázek 7 Hlavní ledová plocha [vlastní zdroj]

Vzhledem k riziku úniku čpavku nařídil inspektorát bezpečnosti práce v roce 2002 přerušení provozu stadionu. Následná rekonstrukce zahrnovala likvidaci 15 tun čpavku z původního chladicího systému, demolici všech betonových ploch a likvidaci starého chladicího potrubí. Nově bylo instalováno temperování podloží ledové plochy, které společně s izolační vrstvou polystyrenu umožňuje celoroční využití stadionu. Rekonstrukcí rozvodů a strojovny se zároveň snížilo množství čpavku v systému z původních 15 tun na současných 9 tun.

V roce 2014 sice proběhla rekonstrukce střechy, osvětlení a vnitřních prostor stadionu, nicméně je zastřešení na konci své životnosti a město Kladno plánuje v tomto nebo příštím roce střechu vyměnit kompletně.

Stadion s hlavní ledovou plochou má kapacitu 5200 diváků a rozměry kluziště jsou 26 x 59,5m. Strojovna chlazení je umístěna v jihozápadní části objektu a je využívána pro chlazení jak hlavní, tak vedlejší ledové plochy.



Obrázek 8 Historie výstavby zimního stadionu v Kladně [vlastní zdroj]

5.2 Princip chlazení

V ČEZ aréně Kladno je pro chlazení ledových ploch použito systému přímého chlazení amoniakem NH_3 (průmyslové označení chladiva je R717). Celá technologie je umístěna ve strojovně, která se nachází na stejné úrovni jako hlavní ledová plocha. Chladicí systém byl instalován v rámci rekonstrukce v roce 2002 firmou Tip-Ex s.r.o.



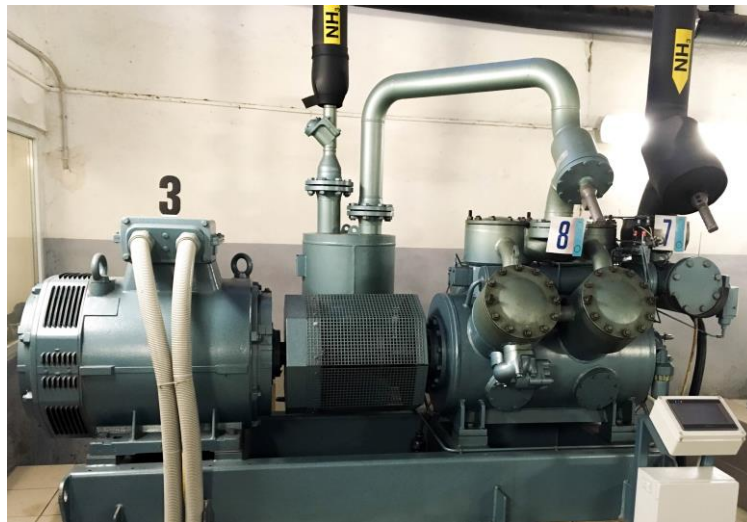
Obrázek 9 Zadní vchod do zimního stadionu v Kladně [vlastní zdroj]

Pod ledovou plochou je zabetonován systém trubek (vlásečnic) kudy proudí kapalný amoniak. Celý systém vlásečnic tak tvoří výparník, kde se kapalný amoniak čerpaný z expanzních nádob odpařuje a předává teplo (chlad) podkladnímu betonu a následně ledu nad ním. Odpařený amoniak je nasáván zpět do expanzní nádoby (zvlášť pro každou ledovou plochu) odkud je nasáván kompresory. Tyto kompresory jsou umístěny v přední části strojovny ve zvláštní místnosti.



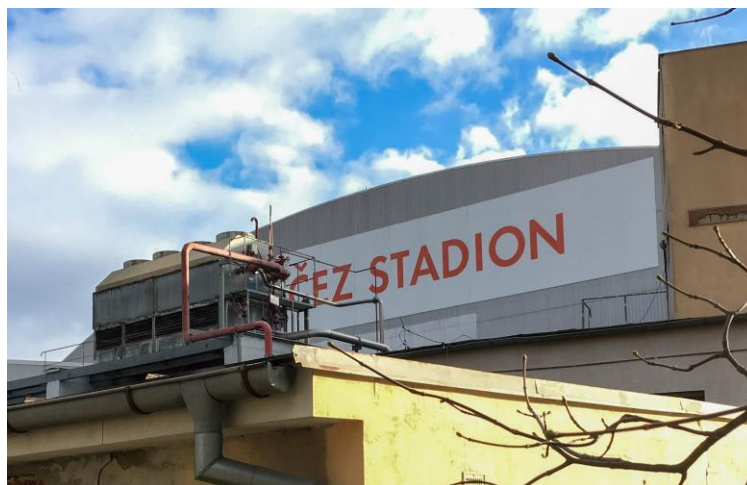
Obrázek 10 Expanzní nádrž NH₃ [vlastní zdroj]

Jsou použity pístové kompresory Sabroe a GEA Grasso s frekvenčními měniči pro optimální řízení průběhu chlazení. Aktuální tlak v potrubí v době pozorování byl 2,5 baru pro hlavní ledovou plochu. Stlačením plynného amoniaku v kompresorech dojde ke zvýšení teploty par na teplotu nad 80°C (zjištěný tlak cca 6 barů).



Obrázek 11 Kompresor ve strojovně zimního stadionu [vlastní zdroj]

Páry můžou být ještě před vstupem do kondenzátoru ventilem odvedeny do výměníku, kde nahřívají vodu pro roztápní ledové tříště z rolby ve sněžných jámách. Takto vzniklá voda je dále upravována a následně použita jako náplň pro rolbu. Páry amoniaku poté vstupují do kondenzátoru. Ten je umístěn na střeše nad strojovnou v zadní části haly.



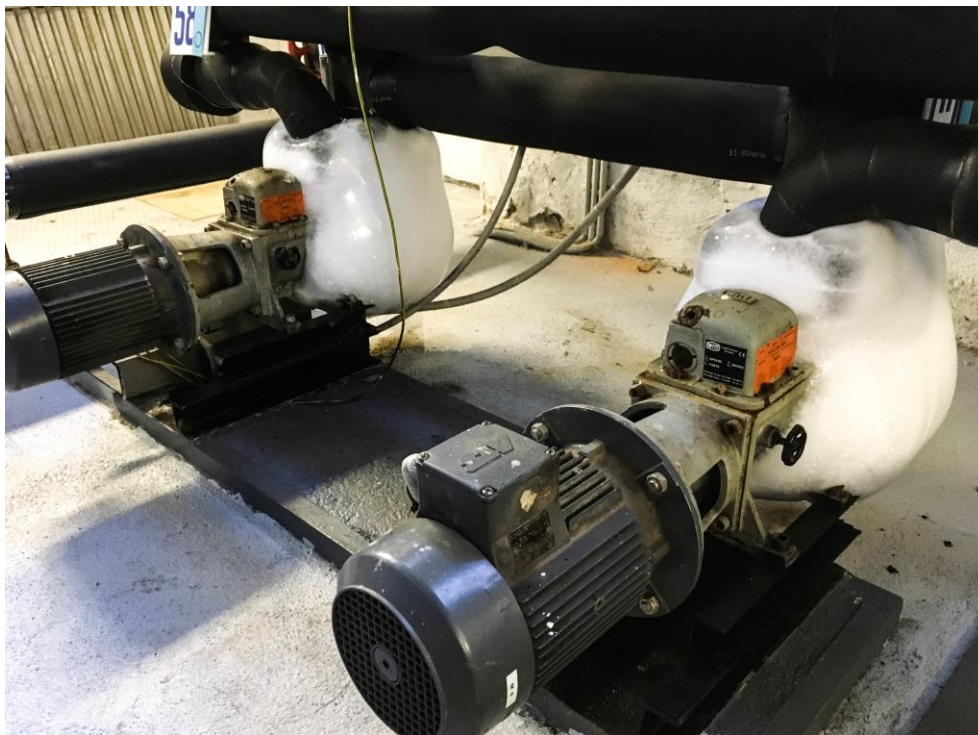
Obrázek 12 Kondenzátor nad strojovnou stadionu [vlastní zdroj]

Zde jsou páry ochlazeny proudícím vzduchem, tím dojde ke kondenzaci par amoniaku a kapalný amoniak stéká do sběrače NH_3 ve strojovně (pozorovaná teplota zkapalněného NH_3 byla 16°C). Ten je společný pro obě ledové plochy. Ze zásobníku NH_3 je kapalný amoniak přiváděn k nástřikovým ventilům expanzních nádob. Tyto jsou umístěny v zadní místnosti strojovny, společně se sběračem kapalného NH_3 .



Obrázek 13 Nástřikové ventily pro obě ledové plochy [vlastní zdroj]

Průchodem NH_3 přes nástřikový ventil dojde k razantnímu snížení tlaku, tedy i ke snížení teploty NH_3 . Při nástřiku se malá část NH_3 odpaří, tyto páry jsou pak společně s párami vzniklými ve výparníku odváděny opět ke kompresorům. Kapalný NH_3 je z expanzní nádoby, dle potřeby, čerpán oběhovými čerpadly Witt GP51 do systému vlásečnic pod ledovou plochou (výparník).



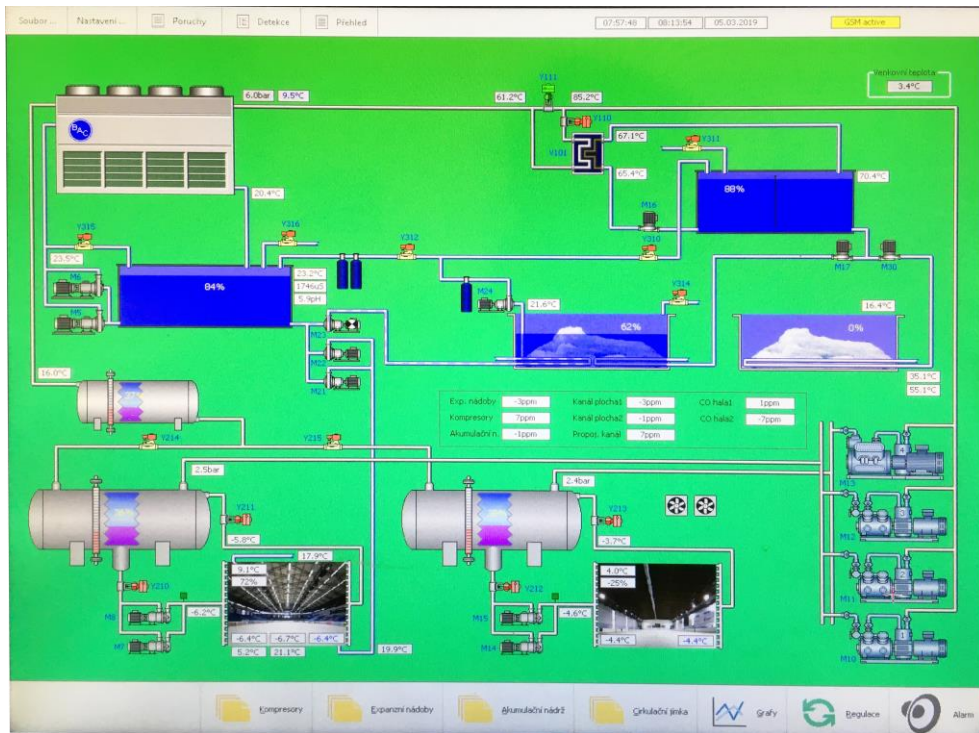
Obrázek 14 Oběhová čerpadla [vlastní zdroj]

Ve všech prostorách strojovny jsou umístěny jiskrově bezpečné detektory plynů Dräger Polytron 3000, které hlídají nepřetržitě koncentraci toxických plynů v ovzduší.



Obrázek 15 Detektor plynu Dräger Polytron 3000 [vlastní zdroj]

Celý systém chlazení a provozu je řízen z velína, který je umístěn v nejmenší místnosti strojovny. Je vybaven řídicím panelem s dotykovou obrazovkou a počítačem s tiskárnou. Systém je řízen automaticky, na základě parametrů zadaných operátorem (teplota ledové plochy apod.) a údajů z jednotlivých čidel a senzorů. Systém je vybaven i GSM modulem pro okamžitou bezdrátovou notifikaci nastavených událostí pověřené osobě.



Obrázek 16 Řídicí panel obsluhy systému chlazení [vlastní zdroj]

Dozor chladicího zařízení

Dozor nad chladicím zařízením je zakotven v čl. 18 ČSN 14 0646 - kontrolní činnost ověřující stav zařízení spojená se zápisem předepsaných hodnot do Provozního deníku v souladu s návodem k obsluze. [22]

Dle Plánu dozoru, který byl pro ČEZ zimní stadion vypracován, je dozor nad chladicím zařízením rozlišen na: [22]

- dozor při provozu zařízení,
- dozor nad zařízením v provozní přestávce,
- dozor nad zařízením v klidu,

- stálý dozor nad zařízením.

Dozor při provozu zařízení

Provádění a rozsah dozoru je při provozu zařízení kontrolní činnosti spojená s pravidelnou obchůzkou, zpravidla 1x za hodinu. Rozsah kontrolní činnosti je následující:

- kontrola těsnosti zařízení (strojovna a ledová plocha). Čpavek a jeho únik
- zjišťujeme zpravidla čichem, ostatní části vizuálně,
- zápisem provozních parametrů předepsaných Provozním předpisem a návodem pro obsluhu zařízení do Provozního deníku,
- zápisem zjištěných závad do Denního záznamu strojovny,
- zastavení zařízení v případě zjištění závad nebo není-li nutný další provoz, zápis do provozního deníku,
- spuštění zařízení v případě potřeby chladu, zápis do provozního deníku.

Dozor nad zařízením v provozní přestávce

Dozor nad zařízením v provozní přestávce je kontrolní činnost spojená s obchůzkou zpravidla 1x za směnu (směna v trvání 8 hodin), rozsah kontrolní činnosti je:

- kontrola těsnosti zařízení. Čpavek se zjišťuje zpravidla čichem, ostatní části vizuálně,
- kontrola max. přetlaku v zařízení (nízkotlaká a vysokotlaká část okruhu)
- kontrola stavu elektrozařízení,
- zápis zjištěného stavu do denního záznamu strojovny s udáním data, hodiny a jména dozoru.

Dozor nad zařízením v klidu

Dozor nad zařízením v klidu je činnost spojená s obchůzkou nejméně 2x týdně, rozsahem kontrolní činnosti je:

- kontrolní činnost je shodná jako při dozoru nad zařízením v provozní přestávce

Stálý dozor nad zařízením

Stálý dozor nad zařízením je kontrolní činnost nad ručně ovládaným zařízením v provozu, shodná s rozsahem dozoru při provozu zařízení podle bodu 1. Stálý dozor nad zařízením se nesmí vzdálit z dohledu nebo doslechu chladicího zařízení (není-li signalizace poruch a automatické vypínání při nenormálních stavech nebo při havárii).

5.3 Modelace v programu Aloha

Vstupní data v programu Aloha jsou zadávána v jednotlivých menu programu, kterými jsou:

- Site Data: specifikace místa úniku nebezpečné látky (čas, datum, nadmořská výška, souřadnice).
- Chemical Data: zadána nebezpečná látka NH₃ (program automaticky vygeneruje molekulární hmotnost látky, bod varu, hodnotu IDLH, čili maximální koncentraci látky, která po expozici organismu v délce trvání 30 minut jej nijak neohrozí a dále stanoví zóny ohrožení pro koncentraci látky v ovzduší po dobu 60 minut s hodnotami:
 - AEGL-1: 30ppm, AEGL-2: 160ppm, AEGL-3: 1100 ppm).
- Atmospheric Data: specifikace podnebných podmínek (rychlost a směr větru, teplota vzduchu, oblačnost).
- Source Strength: specifikace rozměrů zásobníku a míra jeho naplnění, teplota v zásobníku (veškeré parametry byly zadány a odečteny aktuálně na místě), dále byl stanoven tzv. „Circular Opening Diameter“ čili velikost otvoru, jímž látka uniká.

SITE DATA:

Location: KLADNO CEZ ZIMNI STADION, CZECH REPUBLIC

Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)

Time: February 26, 2019 1432 hours DST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AMMONIA

CAS Number: 7664-41-7

Molecular Weight: 17.03 g/mol

AEGL-1 (60 min): 30 ppm

AEGL-2 (60 min): 160 ppm

AEGL-3 (60 min): 1100 ppm

IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm

Ambient Boiling Point: -34.3° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA:

Wind: 5 meters/second from 270° true at 2 meters

Ground Roughness: urban or forest

Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 2° C

Stability Class: D

No Inversion Height

Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

Tank Diameter: 1.4 meters Tank Length: 3.51 meters

Tank Volume: 5.4 cubic meters

Tank contains liquid Internal Temperature: -6° C

Chemical Mass in Tank: 1.5 tons

Tank is 39% full

Circular Opening Diameter: 1 centimeters

Opening is 1.3 meters from tank bottom

Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Average Sustained Release Rate: 1.78 kilograms/min

Total Amount Released: 79.7 kilograms

Note: The chemical escaped from the tank as a gas

Program Aloha vymezil nebezpečnou zónu ohrožení takto:

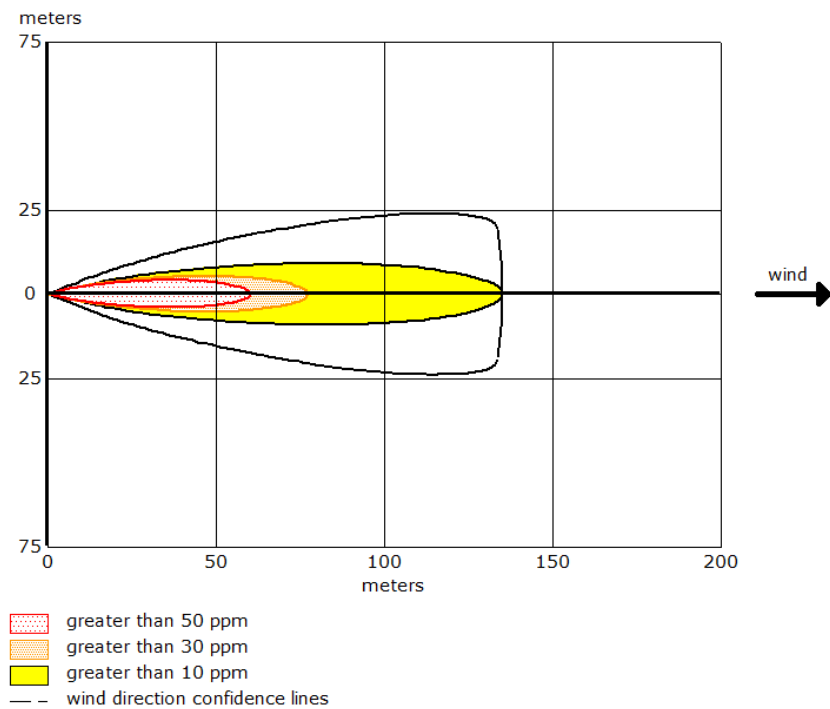
THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian

Red: 60 meters --- (50 ppm)

Orange: 77 meters --- (30 ppm)

Yellow: 135 meters --- (10 ppm)



Obrázek 17 Grafické znázornění 3 nebezpečných zón [Aloha]

Nejvyšší koncentrace 50 ppm bude dosahovat do maximální vzdálenosti 60 metrů, koncentrace 30 ppm bude měřitelná do vzdálenosti 77 m a nejnižší koncentrace NH_3 10 ppm bude zasahovat do vzdálenosti 135 m.

5.4 Modelace v programu TerEx

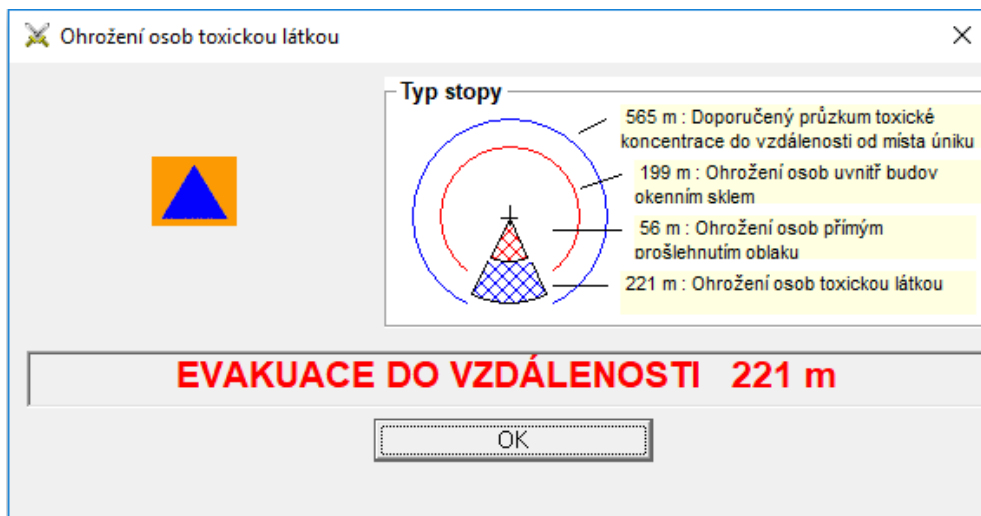
V programu TerEx byly modelovány dvě situace, a to jednorázový únik NH_3 a déletrvající únik NH_3 . Pro obě modelace byly zadány vstupní informace shodné, a to:

- látka: amoniak
- teplota kapaliny v zařízení: $-6\text{ }^\circ\text{C}$
- rychlost větru v přízemní vrstvě: 5 m/s
- pokrytí oblohy oblaky: 50 %
- doba vzniku a průběhu havárie: Den – zima
- typ atmosférické stálosti: C – izotermie
- typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina

5.4.1 Jednorázový únik

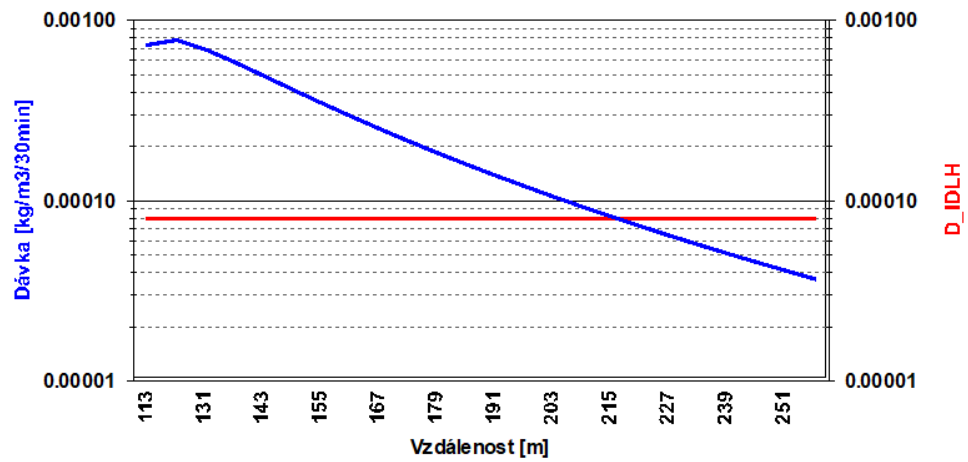
Pro modelaci jednorázového úniku NH_3 byl použit model *PUFF - jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku*. Výstupní parametry modelace jsou následující:

- nezbytná evakuace osob do vzdálenosti 221 m,
- doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti 565 m od místa úniku.



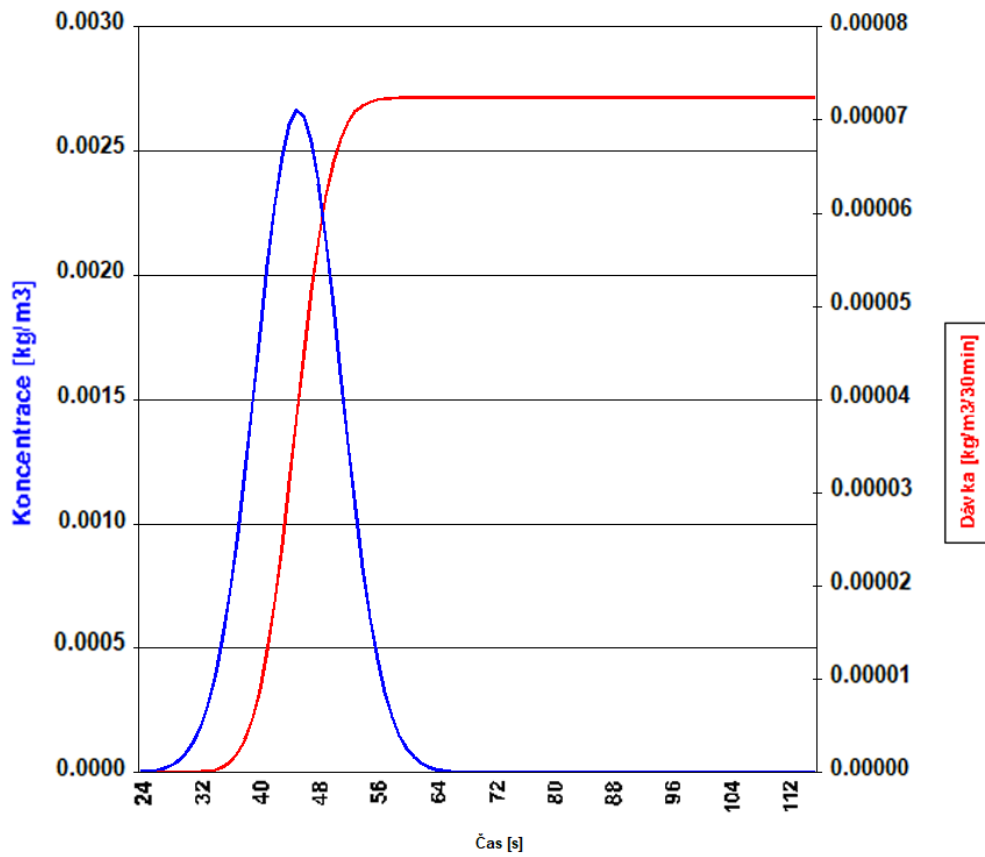
Obrázek 18 Ohrožení osob toxickou látkou – jednorázový únik [TerEx, verze 3.1.1]

Obrázek 19 znázorňuje množství uniklého NH_3 (modrá křivka) a mezní hladinu koncentrace NH_3 (D_{IDLH}), která již ohrožuje lidský organismus na zdraví. Místo, kde se křivky protínají, je vzdálenost, do které je nezbytné provést evakuaci obyvatel, tj. 221m.



Obrázek 19 Závislost dávky nebezpečné látky na vzdálenosti [TerEx, verze 3.1.1]

Obrázek 20 značí, že maximální koncentrace při tomto úniku se bude pohybovat okolo hodnoty 0,0027kg/m³ a bude jí dosaženo za necelou minutu.

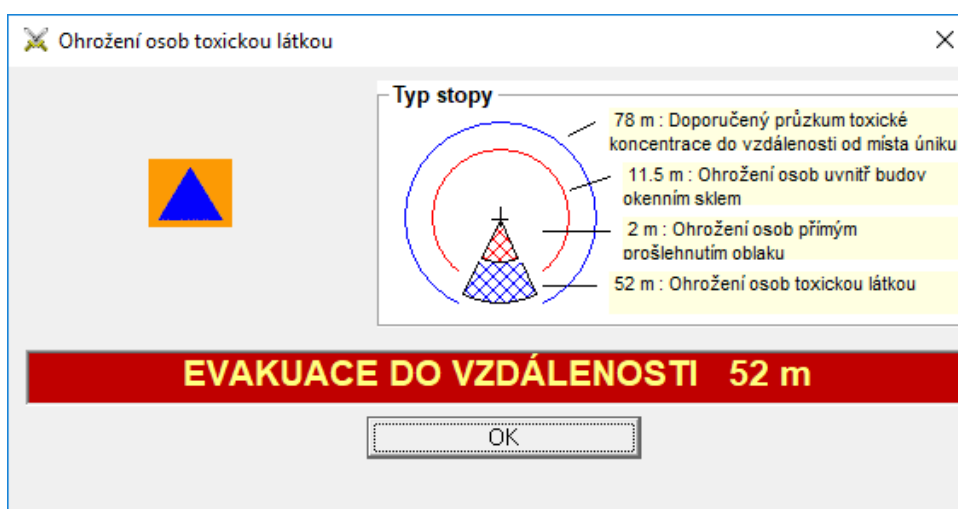


Obrázek 20 Časová závislost koncentrace toxické látky [TerEx, verze 3.1.1]

5.4.2 Déletrvající únik

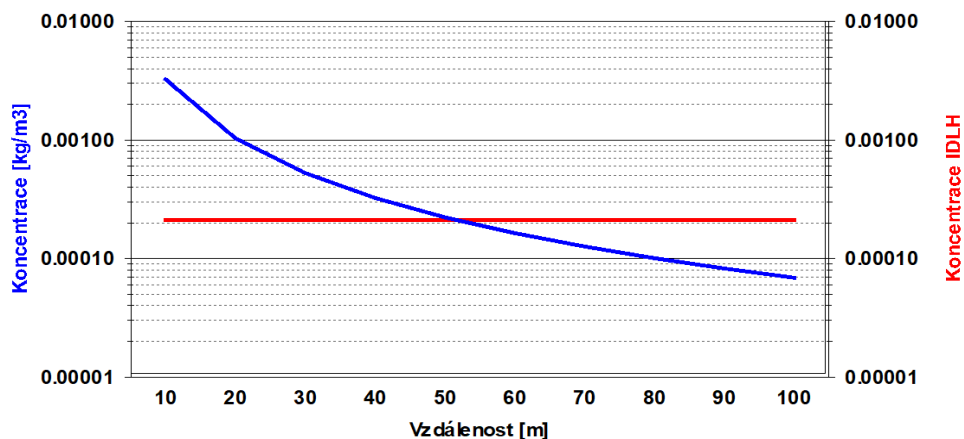
K modelaci déletrvajícího úniku byl použit model *PLUME - Déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku*. V tomto případě je evakuace potřebná do vzdálenosti:

- nezbytná evakuace osob do vzdálenosti 52 m,
- doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti 78 m od místa úniku.



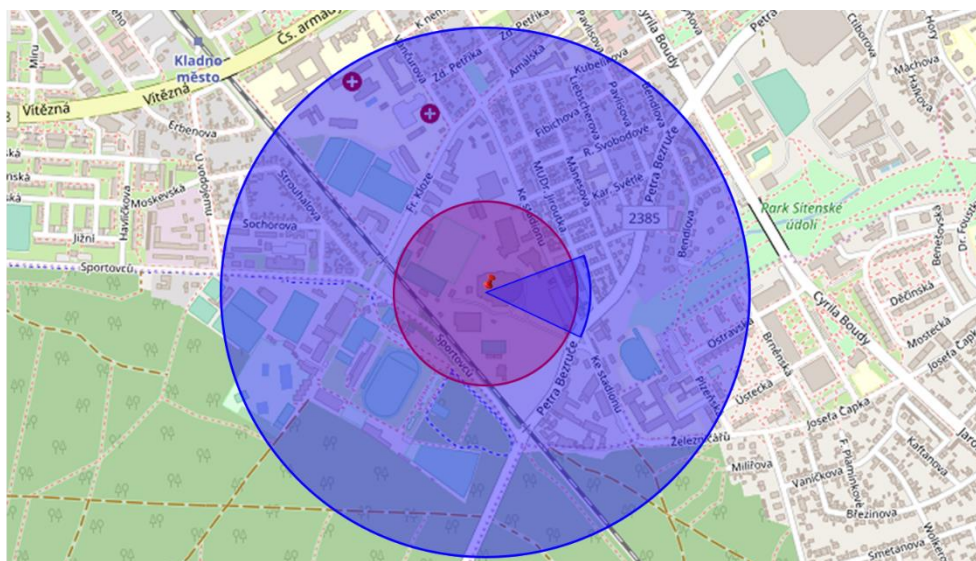
Obrázek 21 Ohrožení osob toxickou látkou – déletrvající únik [TerEx, verze 3.1.1]

Obrázek č. 22 vyznačuje vzdálenost evakuace ve vztahu k množství uniklého NH_3 (modrá křivka) a koncentraci IDLH (červená křivka). Vzdálenost evakuace je místem průtnutí křivek.



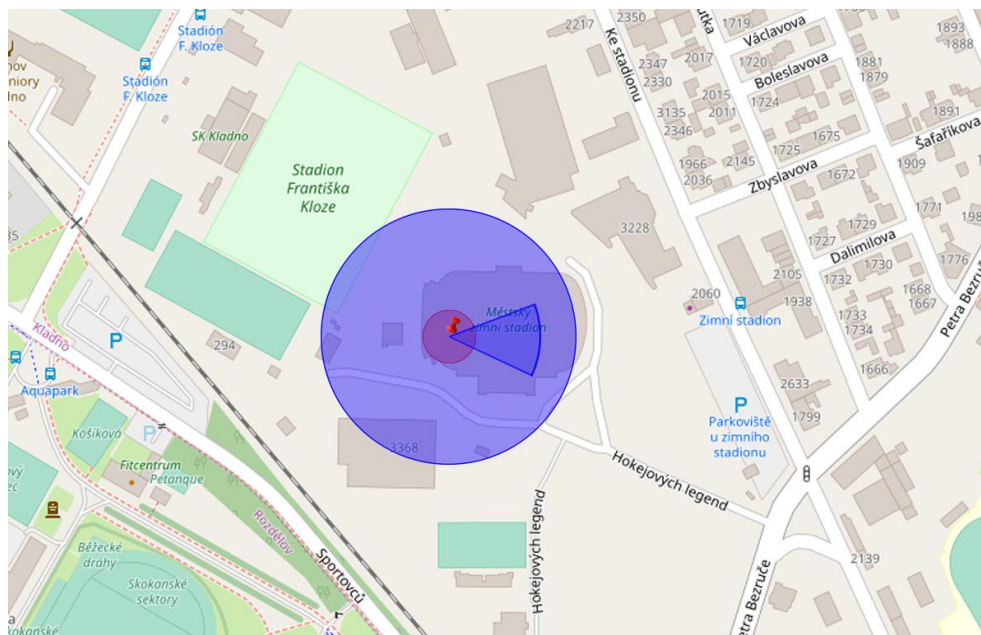
Obrázek 22 Závislost dávky nebezpečné látky na vzdálenosti [TerEx, verze 3.1.1]

Z porovnání jednorázového a déletrvajícího úniku amoniaku z ČEZ zimního stadionu v Kladně, a to při aktuálním množství 1,5t NH₃ v zásobníku vyplývá, že evakuace by v případě jednorázového úniku mohla zasáhnout zónu do vzdálenosti 221m. Konkrétně by se jednalo o území, které znázorňuje modrá výšeč na obrázku 23:



Obrázek 23 Stanovení zóny evakuace (modrá výšeč) a zóna k prozkoumání koncentrace NH₃ (modrá kružnice) – jednorázový únik [TerEx, verze 3.1.1]

V případě déletrvajícího úniku by bezprostřední evakuace osob dosahovala do vzdálenosti 52m, což znamená evakuaci pouze v bezprostředním okolí stadionu. Bytová zástavba by tak nebyla z hlediska nutné evakuace zasažena, což znázorňuje obrázek 24:



Obrázek 24 Stanovení zóny evakuace (modrá výšeč) a zóna k prozkoumání koncentrace NH_3 (modrá kružnice) – déletrvající únik [TerEx, verze 3.1.1]

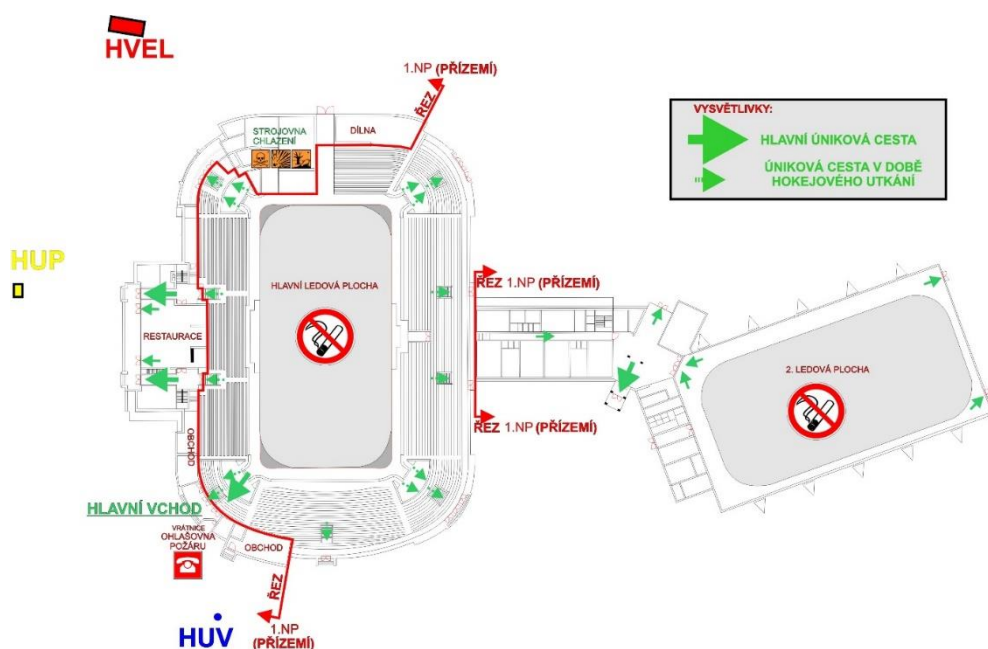
Kromě vyznačení evakuačních zón, ze kterých je potřeba evakuaci provést, je důležitý i další výstup modelace, a to vyznačení zóny, ve které je doporučeno prozkoumat toxickou koncentraci uniklé látky. Dle Bojového řádu jednotek požární ochrany je v tomto případě potřebné zabezpečit kromě obecných činností při zásahu s přítomností nebezpečných látek také tyto úkoly a postupy činnosti: [27]

- spolupráce s obcemi při informování obyvatelstva v místě předpokládaného šíření čpavku (varování obyvatelstva s důrazem na uzavření oken a zákazu vycházení),
- zabránění dalšímu úniku a rozšiřování plynné nebo kapalně fáze,
- sledování pohybu uniklé plynné nebo kapalně fáze a monitorování okolních prostor.

5.5 Opatření evakuace

5.5.1 Evakuace objektu

V případě úniku amoniaku ze strojovny ČEZ zimního stadionu, se objektovou evakuací rozumí krátkodobé a co nejrychlejší opuštění objektu. Pokyn k evakuaci zahajuje buď provozovatel objektu, nebo velitel zásahu. Evakuace ale může mít také podobu evakuace samovolné. Evakuované osoby ve stadionu se budou řídit postupem a pravidly evakuačního plánu, který je zpracovaný konkrétně na tento objekt, což ukazuje obrázek 25.



Obrázek 25 Evakuační plán ČEZ zimního stadionu v Kladně [28]

Při evakuaci objektu je rovněž důležité, aby došlo k navázání kontaktu mezi velitelem zásahu a provozovatelem objektu, a to z toho důvodu, aby byla jasně a rychleji odhalena místa, která představují technické zázemí se strojovnou. Důležitá je také znalost objektu a správné rozmístění únikových cest, které jsou dle zpracovaného Havarijního plánu, a to vedoucím objektu, následující:[23]

- únikové cesty z prostoru zimního stadionu, zejména ze strojovny,
- únikové cesty z prostoru oblaku zraňujícího zamoření.

Únikové cesty z prostoru zimního stadionu, zejména ze strojovny

- únikové cesty z prostoru zimního stadionu jsou vstupní železná vrata po celém obvodu stadionu, která jsou označena jako nouzové východy. Únikové cesty ze strojovny jsou kromě hlavního vchodu dvě:
 - První vede kolem kompresorů po třech železných schůdcích do volného prostoru,
 - druhá vede přes místnost s expanzními nádobami do průjezdu k rolně a dále pak k železným vratům ven ze stadionu.
- hlavní úniková cesta ze strojovny vede kolem místnosti strojníků přes dveře po čtyřech schůdcích ven ze stadionu,
- všechny únikové cesty jsou řádně označeny a udržovány průchozí.

Únikové cesty z prostoru oblaku zraňujícího zamoření

- únikové cesty obyvatel z okruhu zraňujícího zamoření jsou stanoveny podle směru větru tak, že budou voleny po místních komunikacích proti směru přízemního větru
- určení únikových cest bude obyvatelstvu vyhlášováno v okruhu zimního stadionu vlastním rozhlasovým zařízením
- pohyb osob na únikových cestách bude sledován pořádkovou službou. Vstup do zamořených prostor zvenčí bude zamezen uzavřením přístupových komunikací a cest

Dle Havarijního plánu ČEZ zimního stadionu je zpracováno rozdělení poplachů do třech stupňů, a to v závislosti na množství uniklého NH_3 :

I. stupeň ohrožení

- Výron čpavku je lokalizovatelný a zlikvidovatelný vlastními silami (obsluhou chladícího zařízení – ve strojovně chlazení příp. aparátovně).
- Únik NH_3 cca do 1000 kg.

II. stupeň ohrožení

- Výron čpavku ohrožuje nejen pracovníky v místě výronu, ale i další osoby objektu zimního stadionu.
- Únik NH₃ cca do 2000 kg.
- Místo výronu je totožné s I. Stupněm.

III. stupeň ohrožení

- Výron čpavku je takového rozsahu, že došlo k ohrožení nejen celého objektu, ale i k okolí především ve směru větru.
- Únik NH₃ cca nad 2000 kg.
- Místo výronu je totožné s I. stupněm případně na střeše strojovny chlazení u odpařovacího kondenzátoru, kanálu ledové plochy nebo přívodního potrubí.

Určení stupně ohrožení a proces likvidace havárie je dle Havarijního plánu ČEZ zimního stadionu stanoveno následovně:

- stupeň ohrožení při vzniku havárie určuje službu konající strojník podle množství uniklé nebezpečné škodliviny,
- likvidaci havárie prvního stupně ohrožení provádějí zaměstnanci zimního stadionu,
- likvidaci havárie druhého a třetího stupně ohrožení řídí havarijní komise v čele s vedoucím zimního stadionu, který určí povinnosti jednotlivých pracovníků.

Vedoucí ČEZ zimního stadionu dále stanovil postup pro varování a vyrozumění obyvatel a dále spojení na příslušné záchranné složky a instituce.

Z hlediska varování obyvatel je vzhledem k dosahu pásma zraňujícího zamoření, nutno provést tato opatření:

- uvědomit o havárii všechny osoby, které se zdržují v prostorách objektu ZS a to sirénou, tlučněním na kolejnici a použitím místního rozhlasového zařízení,
- uzavřít okolní komunikace kolem zimního stadionu,
- telefonicky uvědomit okolní organizace,

- zamezit vstupu nepovolaných osob do prostoru oblasti šíření výronu čpavku.

Dalšími ohroženými objekty, které je třeba informovat, jsou:

- Oblastní nemocnice Kladno – ulice sídla Vančurova 1548, areál zasahuje až za ulici Františka Kloze.
- Mrazírny Kladno spol. s.r.o. – ulice Ke Stadionu 50.
- Pneuservis Kladno – Chára Sport Pneu – ulice Ke Stadionu 2060.
- Aquapark Kladno – ulice Sportovců 818.
- Kladenská sportovní hala – Sportovců 818.
- Městský stadion Sletiště – Sportovců 818.
- Tenisový areál – ulice Františka Kloze 294.

V případě vzniku již I. stupně ohrožení stanoví vedoucí ČEZ zimního stadionu složení komise, která v pracovní době zajistí kontakt složek a institucí v níže uvedené tabulce (platí i pro II. a III. stupeň ohrožení).

Tabulka 1 Kontakty pro případ MU [23]

Instituce	Telefonní číslo
Hasiči (HZS – hasičský záchranný sbor)	150 <i>(provolba ze zimního stadionu 850)</i>
Policie	158 <i>(provolba ze zimního stadionu 858)</i>
Záchranná služba	155 <i>(provolba ze zimního stadionu 855)</i>
Magistrát města Kladna	312 604 111
ČIŽP Praha	731 405 313 fax. 266 793 360
Vodohospodář	312 812 111
Správce kanalizace /v případě úniku do kanalizace/	312 812 111

V mimopracovní dobu tento kontakt zabezpečuje vrátný ČEZ zimního stadionu.

5.5.2 Plošná evakuace

Dle informací vedoucího ČEZ Zimního stadionu pana Josefa Poláčka, je z hlediska běžných denních aktivit počet osob (tzn. zaměstnanci stadionu, dále pak návštěvníci – rodiče, děti, trenéři) zpravidla vyšší než 100 (neuvažujeme hokejový zápas). I v tomto případě by tak únik NH₃ vyžadoval vyhlášení třetího stupně poplachu se zahájením plošné evakuace.

Na základě předání informace o vzniku mimořádné události, kterou obdrží operační střediska IZS na čísla tísňového volání 112, 150, 155, 158, dojde k aktivaci základních složek IZS (kontakt viz tabulka č....), a to prostřednictvím Krajského operačního a informačního střediska Hasičského záchranného sboru Středočeského kraje, které sídlí na adrese Jana Palacha 1970, Kladno, které je také hlavním střediskem pro varování a vyzkoušení a předávání tísňových informací pro Středočeský kraj. V rámci jednotného systému varování a vyzkoušení bude obyvatelstvo informováno formou všeobecné výstrahy, a to kolísavým tónem po dobu 140 vteřin, který může být vyhlášen 3x za sebou v třiminutovém intervalu (tabulka 2).

Tabulka 2 Telefonní spojení na základní složky IZS [23]

Místo	Hasičský záchranný sbor	Zdravotní záchranná služba	Policie České republiky
KLADNO	112, 150 950 870 444 950 870 410 950 870 111	155 312 606 111	158 974 873 100 974 873 101

Tabulka 3 Varovný signál v rámci jednotného systému varování a vyzkoušení [23]

Význam signálu	Vyhlášeno tónem	Opatření
1.1.1.1 VŠEOBECNÁ 1.1.1.2 VÝSTRAHA (na celém území ČR jeden varovný signál)	Kolísavý tón – 140 s vyhlášen může být 3x za sebou, třiminutový interval	- ukrytí v ochranných stavbách - odposlech masmédií - informace obyvatelstvu všemi způsoby

V případě modelovaného úniku NH₃ by mělo být varování obyvatelstva podpořeno též rozhlasovými prostředky ČEZ zimního stadionu.

Při příjezdu JPO do areálu ČEZ zimního stadionu je potřebné, aby příslušný velitel zásahu dohlížel na správný postup jednotky, která by měla postupovat následovně: [24]

- přibližovat se k místu havárie zpravidla po směru větru a směr větru neustále kontrolovat,
- nezajíždět do bezprostřední blízkosti místa mimořádné události,
- detekovat přítomnost uniklého NH₃ a zjistit tak, zda jde skutečně o únik této nebezpečné látky,
- provést opatření k záchraně osob a uzavřít místo havárie,
- zajistit přivolání pomoci, včetně jednotek předurčených pro zásahy na havárie
- s nebezpečnou látkou a opěrného bodu s rozšířenou detekcí.

Cílem jednotky, která je předurčená pro zásah při úniku NH₃, by mělo hlavně být: [24]

- snížit bezprostřední rizika,
- omezit rozsah havárie.

Velitel zásahu dále spolupracuje se starostou města Kladna a dále s HZS kraje. Společně organizují evakuaci a domlouvají nouzové přežití obyvatelstva evakuovaného z ČEZ zimního stadionu a příslušné evakuační zóny znázorněné ve výstupech softwarových programů, a to dle § 16 zákona č. 239/2000 Sb.

Velitel zásahu dále rozčlení místo na jednotlivé úseky a sektory a určí pořadí jejich evakuace. Stanoví potřebnou evakuační zónu, uzávěru, evakuační trasu, místo shromažďování, evakuační středisko a místo nouzového ubytování. Za předpokladu, že havárie úniku amoniaku bude probíhat shodně se simulovanými úniky v případě úniku jednorázového i postupného, jeví se dle vícekritériálního hodnocení variant jako nejvhodnější následující výstup řešení evakuace:

- místem shromažďování označit část parkoviště ČEZ zimního stadionu mimo evakuační zónu,
- evakuační trasu vést ulicí Ke Stadionu směrem do ulice Železničářů,

- evakuačním střediskem a místem ubytování zvolit nedaleké Sportovní gymnázium v ulici Plzeňská 3103, a to s ohledem na jeho vnitřní prostory, možnost stravování v objektu a ubytování v prostorných tělocvičnách.

6 DISKUSE

Práce se zabývala simulovaným únikem amoniaku z ČEZ zimního stadionu v Kladně. Teoretická část práce se zaměřila na vysvětlení základních pojmů vztahujících se k dané problematice. Zaměřila se také na legislativu, která dané termíny vymezuje a legislativu, která upravuje způsob nakládání s nebezpečnými látkami. Již v úvodu práce bylo zmíněno, že bezpečí je pojem, který je vnímán jako zcela přirozená součást našeho života, jehož hodnoty leckdy nedokážeme úctyhodně ocenit. Právě v souvislosti s negativními událostmi přírodního a antropogenního charakteru došlo k standardizovaným postupům v rámci nakládání s nebezpečnými látkami.

Přestože únik NH_3 ze zimních stadionů není v České republice na denním pořádku, každý rok zaznamenáme případy, kdy k úniku dojde (vybrané z nich byly v teoretické části práce zmíněny). Ve vybraném stadionu, který byl zdrojem úniku nebezpečné látky v této práci, nikdy k reálnému úniku NH_3 nedošlo. Popis vlastností NH_3 včetně jeho toxických účinků je součástí další kapitoly práce.

Předmětem této práce bylo zjistit, zda v tomto zařízení skutečně probíhají pravidelné kontroly, které eliminují možnost úniku NH_3 ze stadionu (hypotéza č. 1). Dále byla stanovena otázka, zda množství NH_3 , které unikne ze zásobníku ve strojovně stadionu, ohrozí rodinné domy a bytovou zástavbu v okolí stadionu (hypotéza č. 2).

V rámci práce bylo spolupracováno s vedoucím tohoto stadionu a s provozním elektrikářem, díky nimž byla pořízena fotodokumentace strojovny a získány informace o principu chlazení dvou ledových ploch stadionu. Z rozhovoru také vyplynulo, že princip chlazení stadionu je na jedné z nejvyšších úrovní zimních stadionů v ČR. Pravidelné kontroly jsou uskutečňovány dle plánu dozoru (jedná se o dozor při provozu zařízení, dozor nad zařízením v provozní přestávce, dozor nad zařízením v klidu, stálý dozor nad zařízením). Veškeré kontroly jsou zaznamenávány do provozního deníku, do kterého je potřeba zaznamenat:

- datum kontroly,
- specifikaci kontrolovaného zařízení,
- zjištěný stav,

- provedená opatření,
- identifikaci osoby, která kontrolu provedla.

Všichni zaměstnanci jsou pravidelně školeni v oblasti úniku nebezpečné látky a vědí, jak v tomto případě postupovat. Všichni jsou též seznámeni s evakuačním řádem a havarijním plánem sestaveným vedoucím objektu. Celý prostor strojovny je stále hlídán kvalitními detektory plynů značky Dräger Polytron 3000 a režim chlazení je řízen z velína. Ve strojovně jsou také řádně označeny šipkami únikové cesty k nejdostupnějším východům ze stadionu, případná evakuace a únikové východy ze stadionu jsou vykresleny v evakuačním plánu, jehož obrázek je součástí kapitoly této práce, a to Evakuace objektu. **Hypotéza č. 1 byla tak potvrzena.**

Pro simulaci úniku bylo v první řadě potřebné stanovit, jaké množství amoniaku je aktuálně přítomné v zásobníku. Po příchodu do strojovny bylo zjištěno, že zásobníky jsou zde umístěny dva. Vzhledem k pečlivosti personálu v oblasti strojovny, jejímu vybavení a technologicky vysoké úrovni a z důvodu, aby simulace nejlépe odpovídala nejpravděpodobnější možné situaci a příčině havárie, byla modelována jako únik NH_3 pouze z jednoho poškozeného zásobníku. Po stanovení rozměrů zásobníku a zjištění, že míra naplnění NH_3 v zásobníku dosahuje 39 %, bylo spočteno, že v zásobníku se v měřený okamžik nacházelo 1,5t NH_3 . V práci nebylo uvažováno záměrné poškození zásobníku (např. nespokojeným zaměstnancem ČEZ stadionu, případně teroristickým útokem), nýbrž čistě náhodné poškození.

Pro simulaci byly využity softwarové programy Aloha a TerEx. Funkcemi těchto programů se zabývala kapitola vysvětlující metodiku použitou v této práci. V rámci simulace program Aloha vyžadoval více vstupních informací a vymodeloval tři zóny ohrožení pro koncentrace 50 ppm, 30 ppm a 10 ppm, které představovaly příslušné tři zóny ohrožení do vzdálenosti 60 m, 77 m a 135 m. Nejnižší koncentrace 10 ppm by tedy zasahovala pouze do vzdálenosti 135 m.

Program TerEx byl využit k modelaci jednorázového a postupného úniku NH_3 . Konkrétně byl využit model PUFF – jednorázový a déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku. Z hlediska stanovení evakuační zóny a zóny, která je

doporučena pro průzkum toxické koncentrace do určité vzdálenosti od místa úniku, byl model jednorázového úniku závažnější. Výstupem byly tyto vzdálenosti:

Jednorázový únik:

- nezbytná evakuace osob do vzdálenosti 221 m,
- doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti 565 m od místa úniku (za touto hranicí klesne toxická koncentrace NH_3 pro hranici IDLH).

Děletrvající únik:

- nezbytná evakuace osob do vzdálenosti 52 m (za touto hranicí klesne toxická koncentrace NH_3 pro hranici IDLH),
- doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti 78 m od místa úniku.

Hodnota IDLH NH_3 , tedy maximální koncentrace NH_3 při expozici v délce 30 minut, aniž by nastaly nezvratné změny na zdraví nebo smrt, je dle havarijní karty NH_3 300.

Z výše uvedených výstupů a stanovených vzdáleností ohrožení vyplývá, že nebezpečí pro oblast zástavby rodinných domů by vzniklo v případě jednorázového úniku, což je zaznamenáno na mapových podkladech ve výsledcích práce.

Hypotéza č. 2 tímto nebyla potvrzena.

Výsledná modelace však může být zásadně ovlivněna meteorologickými podmínkami, které při úniku toxické látky mají zásadní vliv na dopad mimořádné události. Jedná se především o tyto ukazatele: [25]

Teplota prostředí

- teplota vzduchu a teplota půdy ovlivňují fyzikální stav toxické látky a dobu jejího účinku
- vyšší teplota
 - pozitivně ovlivňuje tenzi par a koncentraci látky v ovzduší,
 - snižuje stálost látky (stupeň kontaminace) v terénu,
 - usnadňuje schopnost toxické látky pronikat do organismu,

- zvyšuje nároky na používání prostředků ochrany.

Rychlost a směr přízemního větru

- rychlost přízemního větru:
 - významně ovlivňuje homogenitu oblaku toxické látky,
 - rychlost oblaku toxické látky vzhledem k jeho šíření v prostoru,
 - rychlost odpařování toxické látky a její stálost v terénu,
- nejvhodnější podmínky pro šíření toxické látky nastávají při rychlosti kolem 3 m/s,
- s rostoucí rychlostí větru účinnost zasažení klesá.

Vertikální stálost atmosféry

- rozeznáváme 3 základní stupně vertikální stálosti:
 - *konvekce* – vzniká ohříváním vzduchu nad zahřátým povrchem země, je pro šíření toxických látek nepříznivá,
 - *inverze* – projevuje se v případech, kdy je půda silně ochlazená a teplota stoupá s výškou, je pro šíření toxických látek velice příznivá,
 - *izotermie* – vyznačuje se stálostí vzduchu a teplotní rovnováhou a je pro šíření toxických látek rovněž příznivá.

Vlhkost vzduchu a vodní srážky

- vlhkost vzduchu a zejména vodní srážky mohou v důsledku hydrolyzy ovlivnit stabilitu toxických látek:
 - *děšť* – odplavuje kapalné a tuhé látky, které tak mohou kontaminovat vodní zdroje,
 - *sníh* – snižuje rychlost vypařování toxických látek a může zvýšit jejich stálost v terénu.

Charakter terénu

- charakter terénu, zejména jeho členitost, pokrytost a druh půdy může významně ovlivnit šíření toxické látky:

- *volný terén a městské části* – za inverzních podmínek má oblak toxické látky tendenci obtékat terénní předměty a nerovnosti, vyplňovat údolí a rokliny (toxická látka se tak může v nebezpečných koncentracích hromadit ve sklepech, či jiných podzemních objektech),
- *vzrostlá vegetace (stromy, křoví) a městská zástavba, travnatý či hrubý povrch půdy* – pohyb toxického oblaku zpomalují a za příznivých podmínek usnadňují vytváření ohnisek kontaminace,
- *druh půdy (pórovitost)* – má vliv na pronikání toxických chemických látek do země, na rychlost jejich vypařování a stabilitu v terénu.

Rozvoj v oblasti bezpečnosti práce u nás i ve světě v posledních 20 – 30 letech vede ke stálému poklesu průměrného počtu smrtelných úrazů. Současně ale ve stejném období dochází ke zvyšování míry úniku toxických látek. [26]

Z hlediska snížení míry negativních dopadů mimořádných událostí spojených s únikem nebezpečné látky, v tomto případě NH₃, je zcela zásadní poskytnutí kvalitní první pomoci, která je následující: [27]

- vyvést postiženého z místa zasažení a zajistit přívod čerstvého vzduchu
- uložit do stabilizované polohy a zabránit prochlazení
- v případě potřeby zahájit podporu dýchání (křísicí přístroj); z důvodu možnosti intoxikace záchránce neprovádět dýchání z úst do úst
- při potřísnění kapalnou frakcí svléci zasažený oděv; neodstraňovat oděv, pokud přiléhá ke kůži
- potřísněná místa oplachovat vodou; dostane-li se látka do očí, vymývat je minimálně 15 minut; v případě potřísnění zkapalněným čpavkem ošetřit omrzlé části kůže, pokud možno, vlažnou vodou, omrzlá místa na těle netřít

Bojový řád upravující zásah s únikem čpavku vymezuje také doporučené ochranné prostředky, které jsou rozlišné při rozmezích koncentrací:

- 50 – 500 ppm: izolační dýchací přístroj vzduchový nebo filtrační dýchací přístroj a zásahový oděv; při záchraně osob viz HPK-10, HPK-60,

- 500 – 5000 ppm: izolační dýchací přístroj vzduchový a protichemický ochranný oděv typu 3 nebo 4 (nepřetlakový, kapalinovzdorný); při záchraně osob viz HPK-10,
- nad 5000 ppm: izolační dýchací přístroj vzduchový a protichemický ochranný oděv typu 1a (přetlakový).

Havarijní přípustná koncentrace HPK-10, resp. HPK-60 1) je limitní koncentrace plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, které se mohou vystavit záchranáři při záchraně osob bez prostředků individuální ochrany po dobu 10 min, resp. 60 min. [29]

S ohledem na profesionalitu pracovníků IZS, propracovaného systému IZS v České republice a postupů daných bojovými řády nebo typovými činnostmi, je dosahováno kvalitní úrovně při zásazích u mimořádných událostí. Komplikace při zásahu však mohou způsobit vystresování obyvatel postižené oblasti, kteří nevědí, jak se v dané chvíli zachovat.

Další riziko pro vznik paniky představuje samotná evakuace objektu. V tomto případě může navíc snadněji dojít k tzv. psychologii davu. Lidé, kteří by panice při vzniku dané mimořádné události primárně nepropadli, jí propadnou, a to následkem síly emocí, která na daném místě panuje. Přebírají tak vyhrocený způsob chování od většiny přítomných. I z tohoto důvodu je důležité, aby se zvyšovala obecná vědomost, jak se zachovat a postupovat v případě úniku nebezpečné látky. Vzbudit zájem obyvatelstva získat informace, jaké objekty a s jakými nebezpečnými látkami se nachází v dosahu jejich obydli (např. v rámci odpoledního programu pro děti a rodiče na zimním stadionu).

7 ZÁVĚR

Přestože k haváriím spojených s únikem NH_3 v zimních stadionech na území České republiky nedochází denně, každý rok zaznamenáváme několik případů, kde k úniku došlo. Vzhledem k nebezpečnosti této látky je potřebné včasné zareagovat, aby dopady vzniklé MU na občany a přilehlé okolí měly co možná nejnižší míru závažnosti. S tímto koresponduje fakt nepřetržitého technologického rozvoje, jehož výstupy pomáhají efektivnímu bezpečnostnímu vybavení zimních stadionů. Nejčastější příčinou úniku NH_3 je technologická či provozní havárie. Právě umístění kvalitních elektronických detektorů v ČEZ zimním stadionu v Kladně, v kombinaci s pravidelným dozorem objektu eliminuje nebezpečí vzniku mimořádné události.

V práci byla simulována nehoda úniku NH_3 pouze z jednoho zásobníku v zimním stadionu, a to z důvodu simulace nejvíce reálné a věrohodné události. Předpoklad, že by došlo k technologické havárii poškození obou zásobníků současně, je z hlediska pravděpodobnosti zcela minimální. Předpoklad, že by na základě technologické poruchy došlo k úniku veškerého množství NH_3 , které je obsaženo v zásobnících a v celém systému chlazení stadionu, je téměř nereálný.

Pokud by v ČEZ zimním stadionu došlo k havárii, která byla v práci simulována, v případě jednorázového úniku by evakuační zóna skutečně zasáhla část ulice, ve které se nachází zástavba rodinných domů. Plošná evakuace by tak neměla rozsáhlý charakter. Z důvodu moderního vybavení stadionu a pravidelných denních a revizních kontrol technologických zařízení, je pravděpodobné, že by únik byl zaznamenán takřka okamžitě. Právě včasná reakce ohlášení události a rychlý zásah záchranných složek je kromě preventivních opatření klíčem ke zdárnému zvládnutí události.

I přesto, že je ČEZ zimní stadion v Kladně v oblasti zabezpečení úniku NH_3 na vysoké úrovni, je potřebné si uvědomit, že určitá pravděpodobnost vzniku této události stále existuje. Právě z tohoto důvodu je velice důležité, aby obyvatelé, kteří žijí v zóně ohrožení, byli co nejrychleji informováni a varováni o vzniku MU. Jen tak je možné zmírnit dopady této nežádoucí události.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

IZS	Integrovaný záchranný systém
MU	Mimořádná událost
KS	Krizová situace
HZS	Hasičský záchranný sbor
JPO	Jednotky požární ochrany
PZZS	Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby
PČR	Policie České republiky
JSDHO	Jednotka sboru dobrovolných hasičů obce

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Zákon č. 224/2015 Sb. *Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). Zákony pro lidi [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>*
2. VILÁŠEK, Josef, Miloš FIALA a David VONDRÁŠEK. *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století*. Praha: Karolinum, 2014. ISBN 978-80-246-2477-8
3. Zákon č. 239/2000 Sb. *Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. Zákony pro lidi [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>*
4. Ministerstvo vnitra ČR. *Terminologický slovník pojmů z oblasti krizového řízení, ochrany obyvatelstva, environmentální bezpečnosti a plánování obrany státu [online] [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/soubor/terminologicky-slovník-mv-verze-ke-stazeni.aspx>*
5. Zákon č. 240/2000 Sb. *Zákon o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). Zákony pro lidi [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>*
6. SKALSKÁ, Květoslava, Zdeněk HANUŠKA a Milan DUBSKÝ. *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana: modul I*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2010. ISBN 978-80-86640-59-4
7. SKŘEHOT, Petr. *Rozptyl těžkého plynu v atmosféře: teorie - modely - experimenty*. V Praze: T-SOFT, 2018. ISBN 978-80-905401-2-5
8. Únik čpavku na zimním stadionu v Příbrami. In: *Hasičský záchranný sbor Středočeského kraje [online]. 2018 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/unik-cpavku-na-zimnim-stadionu-v-pribrami-likvidovali-hasici-v-protichemickych-oblecich.aspx>*
9. Únik čpavku na zimním stadionu v Chomutově. In: *Hasičský záchranný sbor Ústeckého kraje [online]. 2018 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/unik-cpavku-na-zimnim-stadionu-v-chomutove-pozar-odpadu-na-skladce-celio-u-litvinova.aspx>*

10. MAV. Na stadionu v Rosicích praskla trubka pod ledem, unikal toxický čpavek. In: *iDnes.cz* [online]. 2013, 11. dubna 2013 11:29, aktualizováno 15:02 [cit. 16. 3. 2019]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/brno/zpravy/unik-cpavku-v-zimnim-stadionu.A130411_111638_brno-zpravy_mav
11. Únik čpavku na zimním stadionu v Hořovicích. In: *Hasičský záchranný sbor Středočeského kraje* [online]. 2013 [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/unik-cpavku-na-zimnim-stadionu-v-horovicich-zamestnal-hasice-na-dva-dny.aspx>
12. Zákon č. 350/2011 Sb. *Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>
13. Vyhláška č. 247/2001 Sb. *Vyhláška Ministerstva vnitra o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany. Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-247>
14. Nařízení vlády č. 462/2000 Sb. *Nařízení vlády k provedení § 27 odst. 8 a § 28 odst. 5 zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon). Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2019-03-27]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-462>
15. Vyhláška č. 380/2002 Sb. *Vyhláška Ministerstva vnitra k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-380>
16. KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše, Danuše KRATOCHVÍLOVÁ a Libor FOLWARCZNY. *Ochrana obyvatelstva*. 2., aktualiz. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-134-7
17. Vyhláška č. 328/2001 Sb. *Vyhláška Ministerstva vnitra o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2019-03-29]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-328>
18. FOLWARCZNY, Libor a Jiří POKORNÝ. *Evakuace osob*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 978-80-8663-492-0
19. T-SOFT a.s. *Http://www.tsoft.cz/teroristicky-expert/* [online]. Praha, 2019 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <http://www.tsoft.cz/teroristicky-expert/>

20. Ing. Jiří BARTA, RNDr. Ing. Tomáš LUDÍK. *ALOHA – modelování a simulace* [online]. Brno: Univerzita obrany, 2012 [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/17735/mod_resource/content/1/Studijni_omucka_Aloha.pdf.
21. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Objektová evakuace*. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. Praha, 2017
22. *Plán dozoru zimního stadionu Kladno*. Kladno, 2011.
23. *Havarijní plán zimního stadionu Kladno*. Kladno, 2011.
24. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Zásah s přítomností nebezpečných látek*. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. Praha, 2018
25. *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru*. Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0724-2.
26. BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-005-0.
27. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Zásahy s únikem čpavku (amoniaku)*. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. Praha, 2018
28. *Evakuační plán zimního stadionu Kladno*. Kladno, 2011.
29. ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Únik čpavku na zimním stadionu v Příbrami.....	20
Obrázek 2 Únik čpavku na zimním stadionu v Chomutově	21
Obrázek 3 Únik čpavku na zimním stadionu v Rosicích u Brna	22
Obrázek 4 Strojovna zimního stadionu Hořovice.....	23
Obrázek 5 Vzor protokolu o nezařazení	30
Obrázek 6 Postup evakuace	36
Obrázek 7 Hlavní ledová plocha.....	41
Obrázek 8 Historie výstavby zimního stadionu v Kladně	42
Obrázek 9 Zadní vchod do zimního stadionu v Kladně.....	42
Obrázek 10 Expanzní nádrž NH ₃	43
Obrázek 11 Kompresor ve strojovně zimního stadionu.....	44
Obrázek 12 Kondenzátor nad strojovnou stadionu.....	44
Obrázek 13 Nástřikové ventily pro obě ledové plochy.....	45
Obrázek 14 Oběhová čerpadla.....	46
Obrázek 15 Detektor plynu Dräger Polytron 3000.....	46
Obrázek 16 Řídicí panel obsluhy systému chlazení	47
Obrázek 17 Grafické znázornění 3 nebezpečných zón.....	52
Obrázek 18 Ohrožení osob toxickou látkou – jednorázový únik.....	53
Obrázek 19 Závislost dávky nebezpečné látky na vzdálenosti.....	54
Obrázek 20 Časová závislost koncentrace toxické látky	55
Obrázek 21 Ohrožení osob toxickou látkou – déletrvající únik	56
Obrázek 22 Závislost dávky nebezpečné látky na vzdálenosti.....	57
Obrázek 23 Stanovení zóny evakuace (modrá výseč) a zóna k prozkoumání koncentrace NH ₃ (modrá kružnice) – jednorázový únik	57
Obrázek 24 Stanovení zóny evakuace (modrá výseč) a zóna k prozkoumání koncentrace NH ₃ (modrá kružnice) – déletrvající únik	58
Obrázek 25 Evakuační plán ČEZ zimního stadionu v Kladně	59

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Kontakty pro případ MU	62
Tabulka 2 Telefonní spojení na základní složky IZS	63
Tabulka 3 Varovný signál v rámci jednotného systému varování a vyrozumění	63